COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 MARS 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMOCHIMIE. — *Étude thermique des phénomènes de la dissolution; réaction de l'eau sur l'acide azotique;* par M. **Berthelot.**

« Dans le cours de mes recherches sur la formation des oxydes de l'azote, j'ai été conduit à mesurer la chaleur dégagée lorsqu'on étend d'eau l'acide azotique diversement concentré; j'ai réuni et complété ces résultats, et je vais les présenter, afin de m'en servir pour discuter certains problèmes de mécanique chimique.

» 1. *Tableau des chaleurs de dilution.* — J'ai opéré en étendant, avec un volume d'eau considérable, un poids connu d'un acide azotique, tantôt pur, tantôt déjà uni avec une certaine proportion d'eau. Toutes les expériences ont été exécutées entre 9 et 10 degrés (température initiale).

Acide réel en poids.	Eau.	Formule.	Densité trouvée.	Eau ajoutée.	Chaleur dégagée pour $AzO^6H = 63^{gr}$.
					Cal
99,45	0,55	$AzO^6H + 0,02 H^2O^2$	1,537 à 11°	$116 H^2O^2$	+7,10 à −0,02
82,4	17,6	+ 0,75	1,477	150	+4,27
77,0	23,0	+ 1,06	1,452	160	+3,75
61,35	38,65	+ 2,205	»	205	+2,02

Acide réel en poids.	Eau.	Formule.	Densité trouvée.	Eau ajoutée.	Chaleur dégagée pour $AzO^6H = 63^{gr}$. Cal
48,8	51,2	$AzO^6H + 3{,}665H^2O^2$	» à 11°	$106H^2O^2$	+0,95 à −0,02
42,7	57,3	+ 4,70	1,273	125	+0,56
35,7	64,3	+ 6,3	»	160	+0,20
30,4	69,6	+ 8,00	»	190	−0,036
24,8	75,2	+10,625	»	57	−0,065
18,9	81,1	+15,05	»	85	−0,21
3,4	96,6	+100	»	100	−0,04

» La limite d'erreur due aux lectures du thermomètre est −0,02 environ, pour les observations des liqueurs les plus diluées; mais l'erreur probable est un peu plus élevée, et ne doit pas être attribuée entièrement au thermomètre, attendu que le calcul exige des déterminations alcalimétriques et des mesures de densité et de volume, dont les erreurs sont indépendantes les unes des autres.

» 2. A l'aide des expériences, j'ai construit le tableau suivant, applicable à la température de 9°,7, et qui se prête mieux aux comparaisons :

Formule de l'acide primitif $AzO^6H + nH^2O^2$.	Chaleur dégagée par la dilution, calculée par interpolation = Q, pour un acide final $AzO^6H + 200H^2O^2$.	Calcul d'après les formules empiriques.		
AzO^6H	+7,15	+7,18		
$AzO^6H + 0{,}5H^2O^2$	+5,15	+5,16		
1,0	+3,84	+3,86		
1,5	+3,02	+2,96		
2	+2,32	+2,29		
3	+1,42	+1,39		
4	+0,79	+0,79		
5	+0,42	+0,37	et	+0,35
6	+0,20	»		+0,20
7	+0,06	»		+0,10
7,5	+0,00	»		+0,055
8	−0,04	»		+0,02
10	−0,09	»		−0,13
15	−0,24	»		−0,24
20	−0,18	»		−0,18
40	−0,09	»		−0,09
$100H^2O^2$	−0,03	»		−0,036

» 3. L'*interpolation* a été faite à l'aide d'un calcul fondé sur la marche des différences entre les nombres donnés par l'expérience. Les *formules*

empiriques de la troisième colonne sont les suivantes :

$$Q = \frac{16,25}{1,773 + n} - 2,04 \text{ de } n = 0 \text{ à } n = 5;$$

$$Q = \frac{4,4}{n} - 0,53 \quad \text{de } n = 5 \text{ à } n = 15;$$

$$Q = -\frac{3,60}{n} \quad \text{de } n = 15 \text{ à } n = 200 \text{ et au delà.}$$

Leur emploi peut rendre service dans les applications, à la condition de tenir compte aussi de la température, comme on le dira plus loin.

» Peut-être n'est-il pas inutile d'observer que les nombres tirés de telles formules empiriques fournissent seulement une approximation, mais sans offrir une exactitude comparable à celle des expériences mêmes. Ils ne doivent leur être substitués ni dans un calcul rigoureux, ni pour contrôler les mesures expérimentales, comme l'ont fait quelques personnes, par une méprise difficile à comprendre, dans la discussion des valeurs relatives à l'hydratation de l'acide chlorhydrique. On le concevra mieux encore en observant que ces formules ne peuvent pas servir pour la recherche des points singuliers qui caractérisent les hydrates définis dans la courbe d'hydratation, attendu qu'elles tendent à faire disparaître ces points singuliers, en y substituant une marche plus simple et fondée sur la continuité.

» 4. La *courbe graphique*, construite en prenant les chaleurs dégagées par une même dilution finale ($200 H^2O^2$) comme ordonnées, et les nombres d'équivalents d'eau de l'acide initial comme abscisses, représente plus fidèlement les expériences. Cette courbe, de forme hyperbolique, est analogue à celles qui caractérisent la dilution des hydracides (*Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 681-683 pour HCl, HBr, HI), et des alcalis (p. 1044 pour KHO^2; p. 1047 pour $NaHO^2$; p. 1107 pour AzH^3). Elle exprime d'une manière générale que la chaleur de dilution décroît à peu près en sens inverse de l'eau déjà unie avec l'acide; mais sa marche offre des particularités intéressantes. Au début, et surtout au voisinage de $2H^2O^2$, elle est presque rectiligne; un nouvel arc suit, avec une très-faible courbure, jusque vers $5H^2O^2$; puis la courbure se prononce. Vers $7,5H^2O^2$, la courbe coupe l'axe des x et descend jusqu'à un minimum situé vers $15H^2O^2$. Enfin la courbe remonte asymptotiquement vers l'axe des x, en demeurant constamment au-dessous. Cette forme compliquée est analogue à celle des courbes des hydrates alcalins fixes. On peut en tirer la recherche des hydrates définis, l'étude de la dilution progressive, enfin l'influence de la température sur les valeurs nulle et minima de la chaleur dégagée.

» 5. *Hydrates définis*. J'ai déjà insisté sur l'emploi des courbes thermiques d'hydratation dans la recherche des hydrates définis liquides; mais il me paraît utile d'entrer dans certains détails, en raison de quelques méprises récentes commises à cet égard, l'emploi des formules empiriques ayant été substitué par erreur à celui de la courbe dont elles effacent les particularités. Soit en effet un acide concentré, mis en présence de quantités d'eau progressivement croissantes ; et supposons qu'il tende à se former un hydrate défini et non dissocié (au moins d'une manière sensible). Tant que la formation de cet hydrate ne sera pas complète, la chaleur dégagée se composera de deux parties : la principale, due à la combinaison, est proportionnelle au poids de l'eau ajoutée; l'autre est due au mélange de l'hydrate défini qui prend naissance, avec l'acide non hydraté qui subsiste encore. En négligeant cette dernière quantité, la courbe graphique se réduirait à une ligne droite, dans l'intervalle qui répond à la formation de l'hydrate défini; mais elle n'est réellement négligeable qu'au voisinage de la limite. Au delà se forment encore de nouveaux hydrates, qui répondent à un dégagement de chaleur beaucoup plus faible, comme je l'ai établi par l'étude des hydrates cristallisés formés par les alcalis fixes. Si ces hydrates n'étaient pas dissociés dans la liqueur, leur formation tendrait aussi à être exprimée par une ligne droite, faisant un angle beaucoup plus petit que la première avec l'axe des x. S'ils sont dissociés, leur formation se traduira par une courbe hyperbolique, qui représente la suite indéfinie des équilibres entre l'eau, l'acide et son hydrate ou ses hydrates dissociés. Dans tous les cas, il y aura un point saillant à la jonction de la courbe avec la ligne droite, c'est-à-dire au moment où la formation de l'hydrate défini est devenue complète. C'est donc la recherche des points saillants, dans la courbe graphique, qui caractérise les hydrates définis.

» En fait, cette recherche est moins simple que je ne viens de le dire, à cause des actions thermiques secondaires dues au mélange physique des liquides et aussi parce que les hydrates définis offrent toujours quelque léger indice de dissociation; de telle sorte que la formation d'un nouvel hydrate commence à faire sentir son influence un peu avant le terme où la formation du premier hydrate est presque accomplie. Aussi ne peut-on pas préciser d'une manière absolue la composition de ces hydrates d'après la courbe thermique, mais seulement d'une façon approchée.

» En appliquant ces notions à la courbe de l'acide azotique, on trouve l'indice de plusieurs points saillants, c'est-à-dire de plusieurs hydrates définis. Le premier et le plus manifeste est situé au voisinage de $AzO^6H + 2H^2O^2$

Il répond sans aucun doute à l'hydrate qui se vaporise à froid avec une composition identique à celle de la liqueur, lorsqu'on dirige dans celle-ci un courant gazeux. En effet, d'après M. Roscoë, cet hydrate à 13 degrés renferme 64,0 d'acide et 36,0 d'eau. A 60 degrés, la composition en est encore à peu près la même (64,5); puis la dissociation s'accentue peu à peu, de telle sorte qu'à 120°,5 l'acide distillé sous la pression normale renferme jusqu'à 68 pour 100 d'acide réel.

» Un second hydrate défini, mais moins net, semble, d'après la courbe, situé vers 5 à 6 H^2O^2. Or cette concentration répond à la composition de l'eau-forte des graveurs, dont l'usage traditionnel paraît traduire la limite de certaines réactions d'oxydation à l'égard des métaux. J'ai trouvé une limite analogue : $AzO^6H + 6,3H^2O^2$, pour le degré de concentration de l'acide azotique qui commence à précipiter l'azotate de baryte de ses solutions aqueuses saturées, sans doute en enlevant au sel dissous l'eau nécessaire pour constituer un hydrate azotique défini.

» 6. *Points nul et minimum. Dilutions successives.* — La courbe coupe l'axe des x vers $7,5H^2O^2$ et atteint un minimum vers $15H^2O^2$; de là résultent les effets que voici : tant que la concentration de l'acide est supérieure à $AzO^6H + 7,5H^2O^2$, toute addition d'eau dégage de la chaleur, toute soustraction en absorbe. Au contraire, pour toutes les concentrations inférieures à $AzO^6H + 15H^2O^2$, toute addition d'eau absorbe de la chaleur, toute soustraction en dégage. Au terme du minimum $15H^2O^2$, toute addition d'eau, comme toute soustraction, absorbe de la chaleur. Enfin, entre ces deux limites $7,5H^2O^2$ et $15H^2O^2$, toute addition d'eau au-dessous d'une proportion donnée dégage de la chaleur; au delà, elle en absorbe. Par exemple, l'acide à $7,5H^2O^2$ dégage de la chaleur par toute addition d'eau inférieure à $192,5H^2O^2$, l'acide à $10H^2O^2$ dégage de la chaleur par toute addition inférieure à $30H^2O^2$; pour cette proportion, l'effet est nul; au delà, il y a absorption. J'ai vérifié ces conséquences de la théorie par des expériences directes; mais je n'ai jamais observé, et il me paraît contraire à toutes les analogies, qu'une dilution produisant du froid soit suivie par une dilution plus grande développant de la chaleur : je regarde les indications données à cet égard par M. Thomsen (*Berichte der D. G. zu Berlin*, p. 700, 1873), pour les solutions azotiques renfermant $80H^2O^2$ et $160H^2O^2$, comme inexactes; une erreur de 0°,01 à 0°,015 suffit pour les expliquer : on aurait donc tort d'en tirer quelque conclusion théorique.

» 7. *Influence de la température.* — Cette influence mérite une attention spéciale, car elle modifie rapidement les points nul et minimum, aussi

bien que les effets intermédiaires d'une dilution progressive; tandis qu'elle laisse subsister les conclusions relatives aux hydrates définis pendant un intervalle de température bien plus étendu. On la conclut de la formule

$$Q_T - Q_t = U - V.$$

» $AzO^6H + nH^2O^2$ devenant $AzO^6H + 200\,H^2O^2$, c'est-à-dire $n < 200$, on a constamment $U > V$; la chaleur de dilution va donc croissant sans cesse avec l'élévation de température. En fait, d'après les expériences de Hess, de M. Thomsen, et les miennes sur la chaleur spécifique de ces dissolutions, on trouve

$n = 0 : U - V = +0{,}040\ (T - t)$, $n = 10 : U - V = +0{,}0181\,(T - t)$,
$n = 20 : U - V = +0{,}0116\,(T - t)$, $n = 40 : U - V = \quad 0{,}0051\ (T - t)$,
$n = 80 : U - V = +0{,}001\ (T - t)$,

soit à peu près : $(U - V) \times \frac{1000}{T - t} = \frac{400}{n + 9{,}2} - 3{,}5$. Soit, par exemple, l'acide pur à 100 degrés, son mélange avec $200\,H^2O^2$ dégagera $+10^{Cal},8$ (au lieu de $+7{,}15$ à $9^\circ,7$); tandis qu'à -20 degrés la chaleur dégagée tombe à $+6^{Cal},0$. On voit par ces chiffres combien est trompeuse la recherche thermique d'une constante numérique commune aux réactions des liquides. Les acides sulfurique, chlorhydrique, tartrique, la potasse, la soude, l'ammoniaque offrent des variations non moindres, mais dont la loi est différente et parfois même le signe opposé, pour une différence de température identique.

» Cependant quelques degrés de plus ou de moins ne changent guère la chaleur dégagée quand celle-ci est considérable, remarque qui s'applique aux hydrates définis les plus simples; par exemple, l'union de AzO^6H avec $2\,H^2O^2$ dégage $+4{,}82$ à 10 degrés; $+4{,}78$ à zéro; $+4{,}98$ à 50 degrés.

» Mais il en est autrement si la chaleur dégagée ou absorbée est faible, comme il arrive pour les solutions étendues auxquelles on ajoute une grande quantité d'eau. En effet le terme qui s'ajoute, terme proportionnel à la variation de température, ne tarde pas à surpasser la valeur initiale. Par suite le point où la courbe coupe l'axe des x, c'est-à-dire la composition de l'acide qui ne dégage pas de chaleur lorsqu'on le dilue jusqu'à $200\,H^2O^2$ se déplace rapidement, à mesure que la température devient supérieure à $9^\circ,7$. Vers 18 degrés il est voisin de $10\,H^2O^2$. A $+26^\circ$ et au-dessus, la courbe cesse même de rencontrer l'axe des x et lui devient supérieure et asymptotique, c'est-à-dire que toute dilution donne

lieu à un dégagement de chaleur. J'ai vérifié par expérience cette conclusion importante de la théorie. Le minimum se déplace pareillement, et il cesse d'exister dès que la courbe ne rencontre plus l'axe des x. On voit par là que les relations simples entre le minimum thermique et la chaleur spécifique moléculaire de l'acide qui offre ce minimum à 18 degrés, relations que M. Thomsen avait annoncées (*loco citato*), ne sauraient exister, la composition qui répond au minimum changeant rapidement avec la température, tandis que la chaleur spécifique demeure à peu près constante pour une composition donnée. Du reste, les nombres mêmes que j'ai obtenus, réduits à la température de 18 degrés, concordent avec ceux que cet auteur a trouvés pour l'hydratation de l'acide azotique; les nombres antérieurs de M. Hess en sont également voisins.

» D'après les indications que je viens d'exposer, la courbe d'hydratation de l'acide azotique se déforme à mesure que la température s'élève. Ses ordonnées croissent toutes, mais d'autant plus vite qu'elles répondent à une moindre valeur de x, c'est-à-dire que l'acide est plus concentré. En même temps qu'elle perd son minimum, et remonte au-dessus de l'axe des x, la courbe devient plus régulière et plus tendue. Si j'insiste sur ces relations délicates, déduites de l'étude des chaleurs spécifiques, c'est que les transformations singulières de la courbe d'hydratation, et le fait d'un minimum négatif, au-dessous d'une certaine température, lequel disparaît à une température plus haute, se retrouvent dans les courbes de l'hydrate de soude, de l'hydrate de potasse, de l'acide chlorhydrique, etc.

» 8. *Volumes moléculaires.* — La formule approximative (pour $AzO^6H + nH^2O^2$)

$$V = 18n + 29 + \frac{39}{n + 3,2}$$

représente la marche générale de mes mesures et de celles de M. Kolb, qui a fait une étude complète des densités de l'acide azotique. Une formule empirique de ce genre, développée suivant les puissances négatives de n, donne une image physique plus nette des changements de volume que les formules ordinaires, qui expriment les densités en fonction de la composition centésimale; pour plus d'exactitude, il conviendrait d'y tenir compte de la température.

» 9. *Chaleur dégagée par les équivalents d'eau successifs.* — Cette quantité peut être déduite de mes tableaux. La voici, comparée avec les nombres relatifs aux acides sulfurique, chlorhydrique et aux alcalis.

	AzO^6H +	SO^4H	HCl	KHO^2	$NaHO^2$	AzH^3
1er HO dégage	+ 2,00	+ 3,14	»	»	»	»
2e HO......	+ 1,31	+ 1,54	»	»	»	»
3e..........	+ 0,82	+ 0,87	»	»	»	2×0,40 (3e et 4e)
4e..........	+ 0,70	2 × 0,50 (4e et 5e)	»	»	»	
5e et 6^e^	+ 2 × 0,55	4 × 0,23 (6e à 9e)	2×0,77	»	1,0 (6e)	2×0,09
7e et 8^e^	+ 2 × 0,31		2×0,51	2×0,48	2×0,48	4×0,03
9e et 10^e^	+ 2 × 0,19	»	2×0,28	2×0,23	»	
11e au 20^e^	+ 10 × 0,05	10 × 0,065	10×0,13	10×0,07	»	»

» Il ressort de ce tableau que la chaleur, dégagée par l'addition d'un équivalent d'eau avec les acides et les bases, décroît en général suivant une loi analogue à une progression géométrique, quand les équivalents d'eau (n) croissent en progression arithmétique; la remarque, je crois, en a été déjà faite. On a donc à peu près

$$Q = \frac{A}{p^n},$$

p étant un nombre voisin de l'unité, un peu variable et de la forme $\frac{n}{n+b}$.

» Comme la chaleur dégagée ne varie pas par sauts brusques avec la concentration, mais d'une manière continue, il est permis d'admettre une relation semblable entre les chaleurs dégagées par l'addition successive d'un même poids d'eau, plus petit qu'un équivalent, et même aussi petit que l'on voudra (sauf quelques réserves pour les hydrates définis). De là résulte un rapprochement intéressant.

» 10. *Forces électromotrices.* — En effet, M. Becquerel, dans ses remarquables expériences sur la force électromotrice des solutions acides et alcalines (*Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 1132) a été conduit à représenter ces forces par une expression $x = \frac{a}{r^n}$, tout à fait analogue. A la vérité, les valeurs numériques de la fonction thermique, tout en suivant une marche pareille, ne sont pas identiques ; mais il ne saurait guère en être autrement, les quantités de chaleur mesurant la somme complexe de divers effets, les uns chimiques et les autres physiques. La similitude des deux expressions ne m'en a pas moins frappé. Ne pourrait-on pas s'en rendre compte, en supposant que les forces électromotrices mesurées par M. Becquerel, qui met l'eau et l'acide en contact par l'intermède de la fente d'un tube fêlé, se rapportent à l'action exercée par une quantité d'eau très-petite, transsudant par la fente au sein d'une grande masse de la liqueur acide ? Les expériences de Graham, relatives à l'endosmose entre l'eau et les solutions acides,

séparées par une paroi terreuse, indiquent que l'osmose a lieu, en effet, de l'eau vers l'acide. Les forces électromotrices exprimeraient cette réaction, et leur décroissement avec la dilution de l'acide suivrait, conformément à une loi connue, la même marche générale que le décroissement des quantités de chaleur qui répondent à la réaction chimique, celles-ci comme celles-là pouvant servir de mesure aux affinités.

» Je prends la liberté de soumettre mon interprétation au vénéré doyen de la Section de Physique. »

CHIRURGIE. — *Sur une opération de transfusion du sang, faite par M.* Béhier *à l'Hôtel-Dieu.* Note de M. **Bouley.**

« M. Béhier n'a pas voulu communiquer ce fait à l'Académie des Sciences avant que le succès fût bien établi et tout à fait confirmé. La malade a quitté ces jours-ci l'Hôtel-Dieu, dans un état de santé parfaite.

» Au moment où M. Béhier a pratiqué la transfusion, la malade semblait menacée d'une mort immédiate. Le pouls était imperceptible, la faiblesse telle, que tout mouvement était impossible, la vue était presque éteinte, la parole impossible. Toute substance, ingérée en si petite proportion que ce pût être, était immédiatement vomie. Un écoulement sanguin peu abondant, mais absolument incoercible, avait lieu par les parties génitales. La cause de cet état était une métrorrhagie incessante, probablement consécutive à une fausse couche.

» Dans sa leçon, le professeur, après avoir exposé l'état de la malade, les motifs qui l'ont conduit à recourir à la transfusion, et après avoir exposé méthodiquement les temps divers et les précautions que comporte l'opération, a insisté plus spécialement sur les points suivants :

» 1° L'utilité qu'il y a à injecter le sang pur en nature, sans défibrination préalable, sans abaissement préalable de température. Ces opérations préliminaires, destinées à empêcher la coagulation de la fibrine, sont inutiles quand l'opération est faite promptement, ce qui est facile. M. Béhier a insisté sur l'utilité qu'il y a à injecter du sang, non pas mort, comme lorsqu'on fait ces manœuvres préparatoires, mais bien vivant et pourvu de globules non altérés par le battage et la réfrigération, et en outre offrant encore intactes les matières albuminoïdes dont le rôle nutritif est certainement considérable, en même temps qu'elles servent éminemment à la suspension et à la plus facile circulation des hématies.

» 2° M. Béhier a insisté sur la possibilité de simplifier un des temps les plus importants du manuel opératoire. Une des difficultés qui éloignaient,

pour une part, de la pratique de la transfusion, c'était la difficulté d'introduire dans la veine qui doit recevoir le sang la canule destinée à le transmettre. Souvent, en effet, en employant le trocart, on était exposé soit à blesser la veine chez le transfusé, sans pénétrer dans la lumière du vaisseau, soit à percer la paroi postérieure de la veine. De là la production d'un thrombus rendant très-douteuse l'introduction de la canule dans la veine.

» Nélaton, pour obvier à cet inconvénient, avait proposé l'incision de la peau, au niveau de la veine, dans une étendue de 2 à 3 centimètres, pour mettre à nu le vaisseau. M. Béhier, considérant que, chez un sujet fort affaibli, une semblable opération n'est pas sans danger, ou crée tout au moins des conditions défavorables, propose un manuel opératoire très-simple et que tout médecin doit savoir mettre en pratique. Il conseille, en effet, de faire sur la veine du transfusé une saignée peu large et suffisante pour l'introduction de la canule de l'appareil obturé par un mandrin mousse : rien de plus simple et de plus pratique. L'appareil que M. Béhier a choisi est l'appareil de M. Moncoq, modifié par M. Mathieu; le maniement en est simple et facile.

» 3° M. Béhier insiste cependant d'une façon particulière sur deux précautions absolument indispensables, savoir : sur la nécessité de faire l'injection du sang lentement, afin d'éviter la réplétion trop brusque et trop forte du ventricule droit, qui serait forcé en quelque sorte et paralysé par une réplétion trop brusque : d'où un arrêt de la circulation cardiaque, une asphyxie pulmonaire et la mort. Il signale comme signe de l'imminence d'un tel état la production de petites quintes de toux qui doivent faire arrêter l'injection du sang.

» 4° Pour le même motif et pour éviter les mêmes accidents, M. Béhier insiste sur la nécessité de n'injecter à la fois que de petites quantités de sang. Il n'a injecté, dans le fait communiqué à l'Académie, que 80 grammes de sang. Il fait remarquer que, dès l'injection du sang (fourni par son chef de clinique), l'écoulement métrorrhagique a cessé pour ne plus se reproduire.

» Au moment de la sortie de la malade la guérison était complète. Elle avait très-bien supporté un traitement ferrugineux institué très-lentement à partir de l'opération, et les règles se sont reproduites avec régularité depuis l'emploi de la transfusion. »

M. le baron Larrey demande la parole, à propos de la Communication faite par M. Bouley :

« Ce cas fort intéressant de *transfusion du sang*, dit M. Larrey, démontre,

une fois de plus, aujourd'hui, la possibilité de réussir dans une opération entreprise, pour la première fois, il y a deux siècles, et dont le principe avait été aussi controversé que l'application.

» L'insuffisance ou l'imperfection des appareils employés d'abord fit abandonner les tentatives, qui furent reprises, plus tard, au commencement de ce siècle, avec des données plus précises et dans de meilleures conditions, puis continuées progressivement, par divers praticiens français ou étrangers, avec des résultats plus encourageants, mais non encore assez décisifs.

» Tous ces faits se trouvent relatés dans un travail qu'a fait paraître, il y a trois ans, M. le Dr de Belina, *Sur la transfusion du sang défibriné par un nouveau procédé pratique.* J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie deux éditions de ce Mémoire, de la part de l'auteur, qui a même rapporté trois observations de succès dus à son ingénieux procédé.

» Le nouveau cas appartenant à M. le professeur Béhier, et que M. H. Bouley vient de communiquer en son nom, mérite donc, une fois de plus, de fixer l'attention et m'a engagé à dire ces quelques mots à l'Académie. »

MÉMOIRES LUS.

BOTANIQUE. — *Sur l'origine du macis de la Muscade et des arilles en général.* Note de M. H. Baillon.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« L'origine du macis de la Muscade est encore une de ces questions qui, comme toutes celles dont j'ai eu dans ces derniers temps l'honneur d'entretenir l'Académie, ont, depuis le commencement du siècle, le plus divisé les botanistes. Ce réseau inégalement découpé en lanières colorées, aromatiques, qui enveloppe la semence du Muscadier, est pour les uns un arille *vrai*, c'est-à-dire procédant uniquement de l'ombilic. C'était là l'opinion des anciens botanistes; pour d'autres, notamment pour MM. Planchon et A. de Candolle, c'est, au contraire, un organe né du pourtour du micropyle, et, par conséquent, un de ceux pour lesquels on a créé l'expression d'*arille faux* ou *arillode*.

» Une troisième hypothèse est celle de MM. J. Hooker et Thomson, d'après lesquels le macis naîtrait à la fois et du hile et du micropyle : c'est la moins généralement acceptée. On objecte à ses auteurs que, pour l'admettre, il faudrait concevoir que deux corps, nés l'un de l'ombilic et

l'autre de l'exostome, se soudent à un certain moment pour constituer l'arille. L'idée de cette soudure entre deux organes assez âgés a dû être nécessairement repoussée.

» Cela démontre la toute-puissance des méthodes logiques d'investigation pour la solution des problèmes de l'organisation végétale. Avec la plupart de celles auxquelles on a recours, il devient impossible de sortir d'incertitude. Les plus savants se partagent entre deux opinions absolues, également inexactes. La vérité, entrevue seulement, n'est pas acceptée, et cela en vertu de principes admis *a priori* et dont l'observation directe des développements dénoterait seule l'application inopportune.

» La persistance de l'ouverture micropylaire, indiquée comme démonstrative de l'arillode, est un caractère qui trompe toutes les fois que l'arille né du hile est trop peu développé pour recouvrir l'exostome, ou quand ses divisions passent de chaque côté de cette ouverture sans la masquer. D'ailleurs, un arille né du micropyle n'en a pas moins, dans bien des cas, une origine ombilicale.

» Il fallait donc absolument, dans la Muscade comme ailleurs, voir naître l'organe pour se rendre compte de sa signification. C'est avant la fécondation, et alors même que, dans cette plante à sexes séparés, elle ne pourra, faute de pollen, être accomplie, que le macis commence à paraître. L'ovule a deux enveloppes, et les bords de son exostome, ouverture circulaire, sont très-minces, ne recouvrant pas l'endostome. Jamais ils ne se réfléchissent, comme on l'a cru, pour constituer l'arille. Le début de celui-ci consiste en un léger épaississement cellulaire du tégument externe, qui se produit à droite et à gauche de la base de l'ovule, entre l'ombilic et l'exostome; il gagne ensuite horizontalement le pourtour du hile, puis remonte à droite et à gauche autour du micropyle.

» Il y a donc un moment où, comme celle d'une plante commune de notre pays, l'*Ecbalium Elaterium*, la jeune semence du Muscadier présente autour du micropyle et de l'ombilic un double épaississement annulaire en forme de 8. Plus tard, l'accroissement, d'abord simultané et continu, des cellules de ces régions, devient indépendant pour quelques-unes ou pour certains groupes d'entre elles; si bien que l'arille commence à se partager en lanières. Que sont ces dernières, sinon les poils comprimés, rarement isolés, plus souvent unis bords à bords en languettes aplaties?

» Quelle est la raison de cet aplatissement? La même qui donne à l'arille une apparence telle que les botanistes l'ont considéré comme une portion réfléchie du bord de l'exostome, ce qui n'existe pas en réalité. C'est que ces

cellules étirées, nées du hile, du micropyle et des régions voisines, ne peuvent se loger en grandissant que dans un intervalle très-mince, compris entre la jeune graine et le péricarpe, espace dans lequel elles s'insinuent en s'aplatissant forcément. L'étroitesse de cette cavité fait que, lorsque le macis, gorgé de sucs à la maturité, s'écarte de la surface de la semence, ses lanières turgides et élastiques tendent à repousser en dehors les deux moitiés du péricarpe entr'ouvert. Par là, l'arille du Muscadier joue, comme la plupart des organes homologues, un rôle dans la dissémination des graines; et, chose remarquable, voilà un fruit totalement charnu qui présente à peu près seul le phénomène d'une déhiscence capsulaire très-nette, et la graine qu'il renferme se trouve pourvue d'un puissant arille!

» Quelle est maintenant la signification morphologique du macis et des arilles en général? Il y a des graines dont toute la surface est couverte de poils (coton); ce sont des cellules allongées du tégument superficiel, qui jouent d'ordinaire un rôle dans la dissémination et qui se font parfois remarquer par une coloration particulière ou par la nature spéciale de leur contenu, mais qui s'accroissent indépendantes les unes des autres. Dans certaines autres semences, ce n'est pas toute la surface qui se recouvre de ces saillies, mais seulement les bords ou les faces, ou une extrémité seulement, tantôt la micropylaire, et tantôt la chalazique (Épilobe, Apocyn). Il y a donc des productions localisées de poils à la surface des semences, comme il y en a de généralisées.

D'autres graines sont chargées d'ailes membraneuses qui servent aussi (et plus puissamment encore) à la dissémination; elles sont formées de cellules qui s'élèvent au-dessus de la surface, non plus indépendantes les unes des autres dans tous les sens, mais sans se quitter latéralement.

» En troisième lieu, il y a des semences dont toutes les cellules s'accroissent ainsi tardivement, mais sans se quitter dans aucun sens, produisant, par conséquent, une hypertrophie générale et continue de tout le tégument séminal et externe. Alors, avec un contenu et des propriétés variables, ce tégument recouvre toute la graine d'une couche charnue, souvent colorée, élastique (*Oxalis*), renfermant dans ses éléments de la fécule ou de l'huile, ou l'une et l'autre (*Magnolia*), ou de la cire (Gluttier), ou des essences, des liquides sucrés, acidulés (*Pierardia*, etc.), auxquels cas les anciens disaient de ces graines qu'elles étaient *arillées;* caractère qu'on leur a dénié de nos jours, sans s'apercevoir qu'elles ont plus d'arille précisément que celles dans lesquelles cette hypertrophie est limitée à une ou à quelques régions.

» C'est ce dernier cas qui est le plus fréquent. Dans plusieurs Zingibéracées, l'hypertrophie ne s'étend qu'à l'hémisphère supérieur environ; dans certains Iridées (*Vieusseuxia*, etc.), à l'inférieur. Moins étendue du côté de la chalaze, elle peut ne constituer qu'une saillie peu considérable en largeur, comme dans certaines Ochnacées, Trémandrées, le *Dubouzetia*, etc. De même, du côté du sommet organique de la graine, l'épaississement peut être tout aussi limité, entourant d'un bourrelet très-peu élevé le hile et le micropyle; ce qui arrive, on l'a vu, dans la graine de l'*Ecbalium* où, par suite, l'une des moitiés du 8 que représente l'arille, entoure l'ombilic, et l'autre l'exostome.

» L'hypertrophie partielle peut également se latéraliser, ayant pour siége, ou le raphé (*Asarum*, etc.), ou une portion seulement de cet organe, comme il advient de certaines strophioles (Chélidoine, Fumariées); ou, vers le sommet de la graine, ne se produire que d'un côté, soit au pourtour du hile, ce qu'on appelle l'*arille vrai*, soit seulement du micropyle, ce qu'on avait proposé de nommer *arillode*.

» Les conséquences à tirer de ce qui précède sont que : telles sont la signification morphologique et la fonction des poils que portent les graines, telles sont celles des arilles; et qu'il y aura lieu de supprimer les expressions, souvent impossibles à bien définir, d'arilles vrais ou faux (arillodes), de caroncules, strophioles, etc. Il n'y aura à distinguer que des arilles généralisés et des arilles localisés de telle ou telle région; du funicule, du raphé, de la chalaze, du hile ou du micropyle, ou bien de plusieurs à la fois de ces régions de la graine. Dans la Muscade, en particulier, comme d'ailleurs dans beaucoup d'autres végétaux, il y aura simultanément arille du micropyle et de l'ombilic. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Du rôle pathogénique des ferments dans les maladies chirurgicales. Nouvelle méthode de traitement des amputés.* Note de M. **Alph. Guérin.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Cl. Bernard, Pasteur, Larrey, Sédillot.)

« De toutes les complications des plaies, la plus terrible est celle qui, suivant les doctrines acceptées, a porté successivement les noms d'abcès métastatiques, de phlébite, de résorption du pus, de fièvre purulente, et que j'ai appelée *typhus chirurgical*.

» Comme les typhus, elle est infectieuse, c'est-à-dire contagieuse par l'air. Quelle est la cause de cette contagion, quel en est l'agent? La plupart

des médecins répondent à la première question en disant que l'encombrement des blessés est la condition sous l'influence de laquelle la maladie se produit. C'est un fait qui ne peut être contesté, mais, comme l'entassement des malades est souvent une nécessité, cela ne suffit pas pour remédier au mal. Quant à l'agent, on est loin de s'entendre : les uns l'attribuent au pus introduit dans les veines; les autres à la nature de ce pus; quelques-uns à la lésion des os plutôt qu'à celle des parties molles, etc.... Dernièrement, en Allemagne, on a soutenu que les plaies sécrètent un poison qui serait la cause de l'infection purulente et que l'on a appelé *sepsine*.

» Pour moi, avant de connaître les travaux de M. Pasteur, je disais que les *miasmes* sont les agents de la production de la maladie et de sa transmission d'un blessé à ses voisins.

» L'induction m'avait amené à cette conviction. L'infection purulente débute, en effet, par un violent frisson avec claquement de dents; l'aspect du malade est tellement le même dans les deux maladies, pendant l'accès, qu'il est impossible de ne pas prendre pour une infection purulente la première manifestation d'une fièvre intermittente qui se produit chez un blessé. Or personne ne doute de l'influence miasmatique des marais dans la production de la fièvre; c'était un fait admis depuis longtemps, bien que personne ne pût dire quelle est la nature des miasmes. Pourquoi eût-on été plus difficile pour admettre des émanations animales mortelles pour les blessés?

» Cette influence miasmatique m'apparut plus évidente encore pendant la guerre de 1870, parce que, sans doute, mon esprit était mieux préparé à l'observation exacte et rigoureuse des caractères de la maladie. Il n'y a point encore de statistique qui permette de dire la proportion des morts et des blessés; mais je crois pouvoir affirmer que l'on n'a pas guéri plus d'un malade sur trente amputés. Le désespoir me fit rechercher s'il n'y aurait pas un moyen, non de guérir, mais de prévenir le développement de cette maladie. Les travaux de M. Pasteur se présentèrent à mon esprit : il devint alors évident pour moi que les miasmes qui portent l'infection ne sont que des ferments.

» M. Pasteur ayant découvert que l'air est filtré par la ouate dont les fibrilles retiennent les ferments, je résolus de faire en sorte que l'air n'arrivât plus sur les plaies des blessés qu'après avoir été purifié de tous les corpuscules microscopiques auxquels j'attribuais la mort de nos malades.

» Je fis alors un pansement qui ressemble à une expérience de phy-

sique; j'appliquai la ouate directement sur la plaie, et je fis en sorte que l'air ne pût pas y arriver impur en passant sur les confins du pansement.

» A dater du jour où, par mon pansement ouaté, j'empêchai les ferments contenus dans l'air empesté des hôpitaux d'arriver sur les plaies, je vis presque tous mes amputés guérir.

» Dès mes premiers pansements, j'arrivai à une combinaison de moyens qui tous ont, je crois, leur efficacité : pour empêcher l'air de passer impur entre le pansement et la peau, j'enveloppe le membre d'une couche épaisse de ouate, qui me permet d'exercer une compression élastique, à peu près comme M. Burggrœve (de Gand) nous a appris à la pratiquer pour le traitement des arthrites; par cette compression, en même temps que je maintiens la ouate en contact avec la plaie, je m'oppose à l'afflux du sang dans la partie malade. Je m'oppose, en outre, à toute sorte de mouvements des bords de la plaie; j'y établis une immobilité absolue.

» Au filtrage de l'air, à la compression et à l'immobilité, il faut encore ajouter une température constante de l'atmosphère de la plaie, puisque la ouate jouit, à l'égal de la laine, de la propriété de s'opposer aux variations de température des corps que ces substances enveloppent.

» Enfin, quand la plaie d'une amputation a été pansée comme je viens de l'indiquer succinctement, on n'y touche plus pendant vingt-cinq ou trente jours. Or la rareté des pansements est une condition favorable à la guérison des plaies, et si les travaux de Magatus, de Larrey et d'autres hommes éminents ne l'ont pas fait adopter par la généralité des chirurgiens, c'est qu'il faut que l'on puisse s'opposer à la décomposition du pus qui rend l'air pestilentiel.

» Avant la découverte des ferments, nous étions dans l'impuissance de nous opposer à la production de ces émanations, tandis que, avec le pansement ouaté, le pus n'étant plus soumis à l'action des agents qui produisent la fermentation putride, les blessés peuvent être entassés les uns à côté des autres, sans qu'il y ait une odeur appréciable.

» Les ferments n'irritant pas les plaies, les blessés n'ont plus de douleur. Ils mangent et dorment le jour de l'opération, comme s'ils étaient en bonne santé. On peut leur imprimer toute espèce de mouvements, sans qu'ils en éprouvent la moindre gêne. Pendant la guerre, on ne verra plus les ambulances volantes regorger d'amputés; le transport des hommes qui auront subi les plus grandes mutilations deviendra une chose facile, sans qu'il faille recourir à des chariots spéciaux. L'insensibilité du moignon d'un

amputé soumis à ma méthode de pansement est telle, que le malade s'aperçoit à peine des chocs les plus violents.

» Voilà pour l'humanité. Reste la question scientifique, sur laquelle j'appelle l'attention de l'Académie.

» Quand je résolus de soustraire mes opérés à l'action des ferments atmosphériques, j'eus l'occasion de donner des soins à deux malades : à l'un, je coupai la cuisse, à l'autre, je réséquai le bras. Immédiatement après avoir été pansés par la méthode que je venais d'imaginer, tous les deux éprouvaient un bien-être qui faisait un singulier contraste avec les douleurs que les autres malades exprimaient. Pendant quinze jours, ils restèrent dans cet état satisfaisant; ils étaient si heureux que l'un d'eux, qui sortait dans les cours de l'hôpital, me demanda à rentrer dans sa famille. Je dus, avant d'accéder à sa demande, enlever l'appareil qui était resté en place jusqu'à ce moment. Quand l'autre blessé sut qu'on allait panser son camarade, il me pria de lui renouveler son pansement; j'y consentis.

» Quand les plaies furent découvertes, nous reconnûmes qu'elles avaient une apparence à laquelle nous n'étions pas habitués. Les bourgeons charnus étaient d'un rouge vif; le pus était crémeux et en quantité très-modérée. Je triomphais : les élèves dont j'étais entouré commençaient à partager mes espérances; mais le lendemain un de mes malades eut un frisson avec claquement de dents; l'autre l'eut le surlendemain, et tous les deux succombèrent à l'infection purulente. Cet événement était de nature à me décourager; heureusement je compris que j'avais commis une grande faute. Si l'air chargé de ferments putrides, me dis-je, est un danger pour les blessés, je ne devais pas exposer mes deux malades à l'atmosphère empestée d'une salle d'hôpital; et cet accident, qui m'avait un instant découragé, devint pour moi la confirmation évidente de la doctrine que je soumettais à l'expérience clinique.

» On ne peut, en effet, se soustraire à l'évidence des faits qui ont la rigueur d'une expérience physiologique. Deux hommes amputés ont cessé de souffrir dès que leur plaie, entourée d'une épaisse couche de ouate, n'a plus été ainsi en contact qu'avec de l'air filtré; ils mangent, ils dorment, ils sont sans fièvre, comme tous les amputés qui seront dans les mêmes conditions qu'eux. Sur leur demande, on enlève leur pansement dans la salle où vivent tous les blessés, et, le lendemain pour l'un, le surlendemain pour l'autre, il y a des signes irrévocables d'empoisonnement; et l'on refuserait d'admettre que la ouate agit en filtrant l'air, en le débarrassant de ce principe qui provient de l'encombrement!

» Tous les savants qui ont étudié, à l'aide du microscope, le pus des plaies exposées à l'air, ont été frappés de la rapidité avec laquelle il se décompose. Au bout d'un ou deux jours, on y constate déjà des milliers de corpuscules animés, tandis que le pus des plaies traitées par ma méthode ne contient ni vibrions, ni bactéries, même au bout d'un mois.

» Si le pus d'une grande plaie est inodore au bout de trente jours, s'il ne contient ni vibrions, ni bactéries, ne suis-je pas en droit d'affirmer que c'est au filtrage de l'air par la ouate qu'il faut attribuer ce résultat?

» Si l'Académie m'y autorise, je lui soumettrai des expériences démontrant que l'air par lui-même n'est pas nuisible aux plaies, et qu'il n'est dangereux que pour les ferments qu'il contient.

» Si cette doctrine est vraie, pourquoi ne pas demander au microscope le secret de toutes les affections septicémiques? J'ai déjà la conviction que l'infection putride et l'infection purulente, qui diffèrent l'une de l'autre autant par leurs signes cliniques que par les lésions consécutives que l'autopsie révèle, ne sont pas engendrées par les mêmes ferments.

» Jusqu'ici, mes expériences m'autorisent à affirmer que les ferments contenus dans l'atmosphère produisent ces maladies. Espérons qu'un jour on pourra dire les caractères qui les différencient et le rôle pathogénique qui est dévolu à chacun d'eux. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur la distribution plane des pressions à l'intérieur des corps isotropes, dans l'état d'équilibre limite. Mode d'intégration des équations différentielles.* Note de M. J. **Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

» En résumé, si l'on appelle (*) p la pression moyenne en un point, ou la demi-somme, changée de signe, de F et F', q la moitié de la différence F — F', l'état plastique et l'état ébouleux présentent un caractère commun, consistant en ce que q y égale une certaine fonction de p, et même, avec une approximation suffisante, une fonction linéaire. Alors l'état mécanique en un point du corps est défini en grandeur dès qu'on y donne p, en direction dès qu'on donne l'angle α que la force principale la plus grande F

(*) Voir le *Compte rendu* de la séance précédente, 16 mars 1874, t. LXXVIII, p. 757.

y fait avec l'axe des x. Il résulte d'ailleurs de formules connues que

$$(2)\qquad N_1 = -p + q\cos 2\alpha,\quad N_2 = -p - q\cos 2\alpha,\quad T = q\sin 2\alpha.$$

» Ces valeurs de N_1, N_2, T changent les équations (1) en deux autres, qui, multipliées respectivement par $\cos\alpha$, $\sin\alpha$, ou par $-\sin\alpha$, $\cos\alpha$, et ajoutées, deviennent

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} &-\left[\frac{d(p-\Phi-q)}{dx}\cos\alpha + \frac{d(p-\Phi-q)}{dy}\sin\alpha\right] \\ &\qquad\qquad + 2q\left[-\frac{d\alpha}{dx}\sin\alpha + \frac{d\alpha}{dy}\cos\alpha\right] = 0, \\ &-\left[-\frac{d(p-\Phi+q)}{dx}\sin\alpha + \frac{d(p-\Phi+q)}{dy}\cos\alpha\right] \\ &\qquad\qquad + 2q\left[\frac{d\alpha}{dx}\cos\alpha + \frac{d\alpha}{dy}\sin\alpha\right] = 0. \end{aligned}\right.$$

» Occupons-nous de ces équations. Elles sont intégrables : 1° lorsque q, fonction de p, se réduit au terme constant $2K$; 2° quand $\Phi = 0$, ou que le poids de la matière peut être négligé en comparaison des pressions qu'elle supporte. Dans ces deux cas, q est une fonction donnée (et même une fonction approximativement linéaire) de la variable unique $p - \Phi = P$, et les équations (3) contiennent seulement les deux fonctions P, α. On peut prendre celles-ci pour variables indépendantes, au lieu de x et y, si l'on *renverse le problème*, c'est-à-dire si l'on se propose de chercher, non pas quel est l'état mécanique (P, α) réalisé en un point donné (x, y), mais quel est le point (x, y) où se trouve produit l'état mécanique donné (P, α). La transformation, qui présente quelque analogie avec celle de Legendre, se fera au moyen des formules

$$(4)\qquad \frac{\frac{dP}{dx}}{-\frac{dy}{d\alpha}} = \frac{\frac{d\alpha}{dx}}{\frac{dy}{dP}} = \frac{\frac{dP}{dy}}{\frac{dx}{d\alpha}} = \frac{\frac{d\alpha}{dy}}{-\frac{dx}{dP}} = \frac{1}{\frac{dx}{d\alpha}\frac{dy}{dP} - \frac{dx}{dP}\frac{dy}{d\alpha}};$$

et, si l'on pose

$$(5)\quad \left\{\begin{aligned} &x = x_1\cos\alpha - y_1\sin\alpha,\quad y = x_1\sin\alpha + y_1\cos\alpha, \\ &\text{ou} \\ &x_1 = x\cos\alpha + y\sin\alpha,\quad y_1 = -x\sin\alpha + y\cos\alpha, \end{aligned}\right.$$

en appelant d'ailleurs q' la dérivée de q par rapport à P, cette même transformation changera les équations (3) en celles-ci :

$$(6)\qquad \frac{dy_1}{d\alpha} + x_1 - \frac{2q}{1-q'}\frac{dx_1}{dP} = 0,\quad \frac{dx_1}{d\alpha} - y_1 - \frac{2q}{1+q'}\frac{dy_1}{dP} = 0.$$

» Adoptons, au lieu de P, une nouvelle variable indépendante β définie par la relation

$$(7) \qquad \beta = \int \frac{\sqrt{1-q'^2}}{2q}\, d\mathrm{P},$$

et posons

$$(7\ bis) \qquad \sqrt{\frac{1+q'}{1-q'}} = k.$$

Alors la seconde équation (6) signifie que x_1, y_1 ont les valeurs

$$(8) \qquad x_1 = \frac{1}{k} e^{-\int k d\beta} \frac{d\varpi}{d\beta}, \quad y_1 = e^{-\int k d\beta} \frac{d\varpi}{d\alpha},$$

dans lesquelles ϖ désigne une nouvelle fonction; et la première (6), en appelant k' la dérivée, qu'on pourrait même supposer nulle, de k par rapport à β, devient elle-même

$$(9) \qquad \frac{d^2\varpi}{d\alpha^2} = \frac{d^2\varpi}{d\beta^2} - \frac{1+k^2+k'}{k}\frac{d\varpi}{d\beta}.$$

» L'intégrale générale de (9) est de la forme

$$(10) \qquad \varpi = \sum \left(\mathrm{C}\cos n\alpha + \frac{\mathrm{C}'}{n}\sin n\alpha\right)\varphi,$$

où C, C', n représentent des constantes arbitraires et φ une fonction de β assujettie à vérifier l'équation différentielle

$$(11) \qquad \frac{d^2\varphi}{d\beta^2} - \frac{1+k^2+k'}{k}\frac{d\varphi}{d\beta} + n^2\varphi = 0.$$

» On disposera des constantes en nombre infini C, C', n, de manière à satisfaire aux conditions spéciales à chaque cas. On pourra notamment demander que, pour $\alpha = 0$, les deux inconnues y et x prennent des valeurs quelconques en fonction de β, ce qui revient à dire que $\frac{d\varpi}{d\alpha}$, $\frac{d\varpi}{d\beta}$ devront, pour $\alpha = 0$, se réduire à deux fonctions arbitraires $\mathrm{F}_1(\beta)$, $\mathrm{F}_2(\beta)$; il suffira pour cela : 1° de déterminer les coefficients C' de manière que $\Sigma \mathrm{C}'\varphi = \mathrm{F}_1(\beta)$; 2° de déterminer les coefficients C de manière que $\frac{d}{d\beta}\Sigma \mathrm{C}\varphi = \mathrm{F}_2(\beta)$, ou que $\Sigma \mathrm{C}\varphi = \int_0^\beta \mathrm{F}_2(\beta)\, d\beta$, car il est permis de supposer la fonction ϖ, ou $\Sigma \mathrm{C}\varphi$, nulle pour $\alpha = 0$ et $\beta = 0$, sans modifier en rien les dérivées de ϖ qui seules entrent dans les expressions (8) de x_1, y_1.

» Il sera généralement avantageux de substituer à φ une autre fonc-

tion ψ, de β, définie par la relation

$$(12)\qquad \varphi = e^{\int_0^\beta \frac{1+k^2+k'}{2k}d\beta}\,\psi;$$

ce qui donne, au lieu de l'équation (11)

$$(13)\qquad \frac{d^2\psi}{d\beta^2}+\left[n^2-\left(\frac{1+k^2+k'}{2k}\right)^2+\frac{d}{d\beta}\left(\frac{1+k^2+k'}{2k}\right)\right]\psi = 0,$$

et ce qui transforme les conditions spéciales à $\alpha = 0$ en celles-ci :

$$(14)\quad \Sigma C'\psi = e^{-\int_0^\beta \frac{1+k^2+k'}{2k}d\beta}\,F_1(\beta),\quad \Sigma C\psi = e^{-\int_0^\beta \frac{1+k^2+k'}{2k}d\beta}\int_0^\beta F_2(\beta)d\beta.$$

» La méthode d'élimination de Fourier, pour la détermination des coefficients C', C, leur sera plus aisément applicable sous cette dernière forme, au moins si l'on suppose que β varie, quel que soit α, entre deux limites constantes β_0, β_1, et si l'on admet qu'à chacune de ces limites les fonctions ψ soient assujetties à vérifier une relation de la forme

$$(15)\qquad \frac{d\psi}{d\beta}+A\psi = 0,$$

A étant un coefficient également constant. En effet, soient, dans ce cas, ψ et n^2, ψ_1 et n_1^2 deux systèmes distincts de valeurs de ψ, n^2 : en spécifiant l'équation (13) pour ces systèmes de valeurs, on aura deux relations qui, multipliées respectivement par $\psi_1 d\beta$, $-\psi d\beta$, ajoutées et intégrées de β_0 à β_1, donnent

$$(16)\qquad \left(\psi_1\frac{d\psi}{d\beta}-\psi\frac{d\psi_1}{d\beta}\right)_{\beta_0}^{\beta_1}+(n^2-n_1^2)\int_{\beta_0}^{\beta_1}\psi\psi_1\,d\beta = 0;$$

or, en vertu des deux conditions de la forme

$$\frac{d\psi}{d\beta}+A\psi = 0,\quad \frac{d\psi_1}{d\beta}+A\psi_1 = 0,$$

spéciales à chaque limite β_0 ou β_1, la différence $\psi_1\frac{d\psi}{d\beta}-\psi\frac{d\psi_1}{d\beta}$ y est nulle, et la formule (16) se réduit à

$$(17)\qquad \int_{\beta_0}^{\beta_1}\psi\psi_1\,d\beta = 0.$$

» Par suite, si, après avoir multiplié les deux équations (14) par une quelconque des valeurs de ψ et par $d\beta$, on intègre les produits de β_0 à β_1, tous les termes des premiers membres s'annuleront, à l'exception de celui qui sera de la forme $C'\int\psi^2 d\beta$ ou $C\int\psi^2 d\beta$, et les coefficients C', C se trouveront séparés. »

ASTRONOMIE. — *Sur la loi de l'attraction astronomique, sur les masses des divers corps du système solaire, et en particulier sur la masse et sur la durée du Soleil;* par M. E. **Vicaire**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Faye, Puiseux.)

« Lorsqu'on calcule, d'après les mesures de Pouillet, les quantités de divers combustibles qu'il faudrait brûler pour développer la quantité de chaleur que le Soleil dépense par rayonnement, on trouve qu'une masse de carbone égale à celle qu'on attribue à cet astre pourrait fournir cette chaleur pendant 6000 ans, et une masse égale d'hydrogène pendant 25900 ans. Mais si l'oxygène comburant devait être pris dans la masse solaire elle-même, la durée se réduirait à 1650 ans dans le cas du carbone et à 2 700 dans le cas de l'hydrogène. On a conclu de là à l'impossibilité d'expliquer la chaleur solaire par une combustion.

» La difficulté, peut-être moins apparente, n'est guère moindre en réalité si l'on veut que le rayonnement soit alimenté par une simple déperdition de la chaleur anciennement accumulée. Le refroidissement annuel devrait alors s'élever à 1°, 33, si la chaleur spécifique moyenne de l'astre était égale à celle de l'eau, et à 5°,32, avec la chaleur spécifique, peut-être encore trop forte, de 0,25. Dans le seul espace de quatre mille ans, cela fera 5320 degrés dans le premier cas et 21 280 dans le second, et l'intensité du rayonnement n'en aurait pas été affectée de la façon la plus légère!

» Ces difficultés, et d'autres qui font de la masse admise une véritable pierre d'achoppement pour la théorie solaire, m'ont conduit à examiner de plus près les bases sur lesquelles repose la détermination de cette masse. Le raisonnement par lequel Newton cherche à démontrer que l'attraction est proportionnelle aux masses peut se résumer comme il suit :

» Jupiter imprime à ses satellites, le Soleil imprime aux planètes des accélérations qui seraient égales entre elles à égale distance (troisième loi de Kepler). La Terre imprime à la Lune et aux corps graves des accélérations qui dépendent aussi uniquement de la distance. Il en est de même pour celles qu'imprime le Soleil à une planète et à ses satellites, comme cela résulte de ce que ces derniers décrivent des orbes dont les centres se confondent à peu près avec le centre de la planète. Donc chacun de ces corps, planètes, satellites, corps graves, est attiré proportionnellement à sa masse.

» Si l'attraction est proportionnelle à la masse du corps attiré, elle est aussi proportionnelle à celle du corps attirant; car la force qui sollicite un

corps A à tomber vers un autre corps B est nécessairement égale à celle qui sollicite B vers A, et, suivant qu'on le considère dans un sens ou dans l'autre, chacun des deux corps est alternativement le corps attiré.

» Ce dernier raisonnement est parfaitement rigoureux, mais à condition que la proportionnalité de l'attraction à la masse du corps attiré soit établie avec une généralité absolue et sans restriction, et que, par exemple, l'accélération imprimée par la Terre au Soleil soit à la pesanteur dans le rapport inverse des carrés des distances, comme l'accélération lunaire.

» Or tous les faits invoqués ci-dessus rentrent dans l'énoncé suivant :

» Chacun des grands corps du système solaire exerce sur les corps relativement petits, qui sont en quelque sorte sous sa dépendance, des attractions proportionnelles aux masses de ces petits corps.

» Cette proportionnalité n'est d'ailleurs qu'approchée, non-seulement comme l'est toute loi fondée sur des observations, mais parce qu'elle ne découle même pas rigoureusement des lois observées. C'est ainsi que, si l'on voulait étendre la troisième loi de Kepler à une planète dont la masse m serait comparable à la masse M du Soleil, il faudrait égaler à une constante l'accélération *relative* de cette planète, ce qui donne, en appelant A l'attraction mutuelle des deux astres à l'unité de distance,

$$A\left(\frac{1}{m}+\frac{1}{M}\right)=B.$$

» De là

$$A=B\frac{Mm}{M+m},$$

expression qui n'est pas proportionnelle à m, tant que $\frac{m}{M}$ n'est pas très-petit.

» Pour montrer plus clairement ce qu'il y a d'arbitraire à généraliser une proposition établie dans des limites aussi restreintes, supposons d'abord qu'il soit démontré que l'attraction A est uniquement fonction des masses. Cette fonction, nécessairement homogène, pourra se mettre sous la forme

$$A=M^k f\left(\frac{m}{M}\right).$$

» Quelle que soit cette fonction, il est évident qu'elle doit s'annuler avec l'une ou l'autre des deux masses, et par conséquent $f(0)=0$. Si donc nous développons $f\left(\frac{m}{M}\right)$ suivant la série de Maclaurin, nous aurons

$$A=M^k\left[\frac{m}{M}f'(0)+\frac{1}{1.2}\left(\frac{m}{M}\right)^2 f''(0)+\ldots\right].$$

» Si $\frac{m}{M}$ est très-petit, la parenthèse se réduira en général à son premier terme, et l'on aura

$$A = f'(0)\,M^{k-1}\,m.$$

» Aussi la proportionnalité approchée qui a été reconnue dans les cas énumérés par Newton est une conséquence forcée de la petitesse même des masses attirées. La considérer comme une loi naturelle fondée sur l'observation et susceptible d'être étendue à des masses quelconques, c'est donc commettre une généralisation abusive, ou plutôt, puisque la petitesse des masses a été posée implicitement comme hypothèse, c'est une véritable pétition de principe.

» Tout ce qu'on peut conclure des faits invoqués, c'est d'une part la vérification de cette hypothèse, c'est en second lieu que la relation entre l'attraction et les masses est telle que $f'(0)$ n'est ni nulle ni infinie, ce qui exclut notamment toute fonction de la forme $(Mm)^p$, où p serait différent de l'unité; c'est enfin que les attractions mutuelles des corps autres que le Soleil ne dépendent que des masses, soit qu'en effet il en soit ainsi d'une manière générale, soit que les quantités autres que les masses qui peuvent influer sur l'attraction aient exactement ou sensiblement la même valeur dans ces divers corps. On comprend qu'il n'est pas permis d'étendre cette conclusion par analogie à un corps aussi différent des autres que le Soleil.

» La proportionnalité de l'attraction aux masses n'est donc pas une vérité démontrée. Considérée comme une hypothèse, est-elle vérifiée par ses conséquences? Les valeurs si inégales qu'on a obtenues pour la densité de la Terre, l'incertitude qui affecte les masses des planètes les plus importantes, montrent qu'il n'en est rien.

» La théorie des perturbations planétaires peut seule permettre de calculer les véritables masses des planètes et de rechercher la relation qui les lie à l'attraction, parce que seule elle met en présence des masses peu différentes les unes des autres. Pour rechercher ce qu'elle devient lorsqu'on fait abstraction de l'hypothèse newtonienne, je désigne par $A_{mm'}$ l'action, à l'unité de distance, du corps dont la masse est m sur celui dont la masse est m'. En vertu du principe de l'action et de la réaction, l'ordre des indices est indifférent.

» Si l'on désigne par x, y, z, r et x', y', z', r' les coordonnées par rapport au centre du Soleil et les rayons vecteurs des planètes m et m', par ρ' leur distance mutuelle; si l'on prend, comme d'habitude, pour unité de

masse la masse M du Soleil, et pour unité de force le rapport $\frac{A_{Mm}}{Mm}$, on trouve que les équations du mouvement de m troublé par m' conservent la forme ordinaire

$$\frac{d^2x}{dt^2}+(1+m)\frac{x}{r^3}+\frac{dR}{dx}=0,$$

avec les analogues en y et en z. Seulement la fonction perturbatrice R a pour expression

$$R=m'\frac{xx'+yy'+zz'}{r'^3}-\frac{A_{mm'}}{A_{Mm}}\times\frac{1}{\rho'}.$$

» Aussi, pour dégager de toute hypothèse la théorie des mouvements planétaires, il suffit d'attribuer des coefficients différents aux deux parties de la fonction perturbatrice, tandis que, dans la théorie newtonienne, elles ont pour coefficient commun la masse m'.

» Ces deux parties n'ont pas la même importance. Le terme en $\frac{1}{\rho'}$ est de beaucoup le plus influent. De là la concordance approchée que l'on obtient par les diverses perturbations. La partie en $\frac{1}{r'^3}$ ne donne aucun terme séculaire dans le développement; car les perturbations séculaires ont été presque exclusivement employées jusqu'ici pour le calcul des masses. Le résultat de ce calcul est donc le coefficient de $\frac{A_{mm'}}{A_{Mm}}$, de $\frac{1}{\rho'}$, coefficient qui n'a aucun rapport direct avec les masses.

» C'est au contraire le coefficient de l'autre terme qui donnera, indépendamment de toute hypothèse, le rapport de la masse de la planète troublante à celle du Soleil, et c'est uniquement par la considération des perturbations périodiques qu'on pourra l'obtenir.

» Pour en revenir au Soleil, il est loin d'être démontré, on le voit, que le nombre qu'on appelle la *masse* de cet astre mesure réellement la quantité de matière qu'il renferme; il y a au contraire des raisons, au moins plausibles, de croire qu'il n'en est rien.

» Cela étant, nous n'avons plus, relativement à cette masse, que les inductions qu'on peut tirer du volume et de la densité probables. Eu égard à l'énorme pression qui règne au centre, il n'y a rien d'invraisemblable à admettre une densité moyenne égale à dix et peut-être vingt fois celle qu'on admet aujourd'hui, ce qui multiplierait par le même coefficient les durées trouvées ci-dessus, l'oxygène étant pris au dehors. Si l'on se rappelle, avec cela, que la période stellaire de Soleil a dû commencer tout à fait à la

fin de l'histoire géologique de notre globe, on reconnaîtra, je l'espère, qu'il y a, dans de pareilles durées, de quoi satisfaire à toutes les exigences sérieuses de l'Histoire et de la Géologie. »

GÉOGRAPHIE. — *Programme d'un système de Géographie fondé sur l'usage exclusif des mesures décimales, d'un méridien 0ᴳ international et des projections stéréographique et gnomonique.* Par M. B. DE CHANCOURTOIS. (Extrait par l'auteur).

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie le programme d'un système de Géographie dont la petite carte du globe, que j'ai présentée le 3 novembre 1873, peut être considérée comme un premier spécimen, en tenant compte du caractère transitoire que j'ai dû y faire prévaloir.

» Je m'occupe d'abord de la *graduation du cercle* ou du *canevas géodésique* qui constitue la donnée fondamentale de tout système de Géographie. Dans ma combinaison le canevas géodésique est *décimal*.

» On sait que la graduation décimale du cercle, dont l'unité est le *grade*, centième partie du *quadrant*, a été adoptée par les ingénieurs géographes pour la construction de la carte de la France.

» Les avantages de cette graduation, soit pour les opérations graphiques, soit pour les calculs trigonométriques qui concernent les questions de Géographie et d'Astronomie, sont tels, qu'il y a lieu de s'étonner que l'on soit aussi éloigné de reprendre sa vulgarisation franchement inaugurée par Laplace, et je ne m'arrête pas à les faire ressortir.

» Mais je dois mentionner, pour la combattre, l'opinion des savants qui pensent que la division décimale devrait porter sur le cercle entier plutôt que sur le quadrant. C'est sur la considération des angles droits que repose toute la Géométrie et le quadrant est la véritable unité angulaire : il importe donc que sa valeur soit représentée dans la notation décimale par une unité d'un certain ordre.

» On voit d'ailleurs que, pour les orientations, les notations des angles faites en grades de 0 à 400^G, de manière à donner ce que j'ai proposé d'appeler l'*orientement*, donnent en même temps à première vue les diverses orientations comptées à partir des points cardinaux, puisque ces points sont notés 0^G, 100^G, 200^G, 300^G, $4000^G = 0^G$.

» Dans tous les figurés du système que je propose, le tracé des méridiens et des parallèles serait exécuté en *ponctué décimal* comme sur ma petite

carte du globe et le ponctué des méridiens, qui serait *métrique*, donnerait l'échelle locale.

» Je fais remarquer que l'on pourrait *ajouter* sur les planches gravées existantes un tracé des méridiens et des parallèles décimaux, exécuté en ponctué décimal. Un tel tracé ne produirait aucune confusion; car il se distinguerait nettement du tracé des méridiens et des parallèles duodécimaux exécuté en trait continu, et avec cette addition tout le matériel ancien serait utilisé à titre transitoire.

» J'ai déjà posé ailleurs la candidature d'un *méridien origine des longitudes* situé à 28°30′ à l'ouest de celui de Paris. Ce méridien, passant dans le groupe des Açores, pourrait être appelé *méridien de Saint-Michel*, mais il serait seulement voisin de l'île. Il semble, en effet, que le méridien 0^G doit satisfaire à la condition de ne rencontrer aucune terre habitée, de manière que nulle part, dans l'usage courant, le compte des longitudes n'exige une interruption ou un changement de signe.

» Les *globes* à graduation décimale doivent naturellement présenter des réductions successives étagées d'après la règle du système métrique.

« Le globe le plus petit doit avoir un rayon de $0^m,0637$ pour être la réduction au $\frac{1}{100000000}$. Le dessin géographique n'en est pas encore tracé; mais j'en ai fait établir la sphère pour laquelle j'ai fait construire une première série d'instruments sphérodésiques.

» Les globes réduits au $\frac{1}{50000000}$ existent déjà. Un premier *globe métrique* de cette dimension a été exécuté en 1863, d'après mes conseils, et je l'ai aussi pourvu d'instruments sphérodésiques; mais l'usage de ces globes ne sera réellement avantageux que lorsqu'ils auront reçu le canevas décimal.

» Il existe aussi des globes au $\frac{1}{40000000}$; malgré les avantages de leur dimension, je ne dois pas les admettre dans mon programme; ils sont aux précédents ce que la pièce de 25 centimes est à la pièce de 20 centimes.

» La série régulière serait complétée par les globes au $\frac{1}{20000000}$ et au $\frac{1}{10000000}$. Le dernier, qui aurait un rayon de $0^m,6366$, serait encore très-maniable.

» Pour les *cartes*, en dehors des mappemondes qui seraient exécutées comme d'habitude en projection stéréographique, je n'admets que des projections gnomoniques.

» On formerait toujours trois séries de cartes *imbriquées*, de manière que les localités situées vers les angles ou sur les bords d'une feuille appartenant à l'une des séries se retrouveraient au milieu d'une feuille appartenant à l'une des deux autres.

» Au moyen du *ponctué décimal* on déterminerait avec toute la précision que comporte le coefficient de réduction caractéristique adopté au point de contact :

» 1° Les coordonnées d'un point, par une simple application de la règle et deux mesurages au compas sur les deux méridiens figurés qui comprennent le point entre eux ;

» 2° La distance de deux points peu éloignés, par un simple mesurage reporté sur le méridien moyen.

» Mon programme comprend quatre *Atlas d'ensemble* étagés, correspondant aux globes sus-mentionnés, et un *Atlas de détail* correspondant au globe au $\frac{1}{1000000}$.

» Chaque Atlas d'ensemble présenterait d'abord trois *mappemondes stéréographiques* occupant six grands cercles : la première se rapporterait au plan de l'équateur, la deuxième au plan du méridien 0^G ; la troisième à celui du méridien 100 .

» On y trouverait ensuite trois séries de projections gnomoniques.

» Une série *octaédrique* serait établie sur les huit faces triangulaires de l'octaèdre régulier circonscrit, dont un axe coïncide avec l'axe des pôles, et dont une arête correspond au méridien origine. Une série *hexaédrique* serait construite sur les six faces carrées de l'hexaèdre (cube) conjugué à l'octaèdre. Une troisième série *dodécaédrique* serait enfin construite sur les douze faces en losange du dodécaèdre rhomboïdal conjugué à la fois à l'octaèdre et au cube.

» Il y aurait donc en tout 32 feuilles stéréographiques et gnomoniques.

» Le planisphère de Mercator, qui offre une table graphique des longitudes et des latitudes, pourrait y être joint à titre de sommaire ou d'index.

» Les détails du globe entier seraient ensuite traités d'une manière uniforme dans l'Atlas de détail de format grand monde, composé de feuilles doubles ou simples et offrant trois séries gnomoniques.

» La première série correspondrait aux *trapèzes sphériques* limités par les méridiens et les parallèles de dix en dix grades, 0^G, 10^G, 20^G, 30^G..., sur le globe réduit au $\frac{1}{1000000}$. Chaque trapèze serait projeté sur le plan tangent dont le point de contact est à l'intersection du méridien et du parallèle moyens 5^G, 15^G, 25^G,.... La seconde série correspondrait aux *trapèzes* limités par les méridiens et les parallèles également espacés de dix grades, mais numérotés 5^G, 15^G, 25^G,...; les points de contact des plans tangents seraient aux intersections de parallèles et des méridiens numérotés 0^G, 10^G, 20^G,.... Les deux séries trapézoïdales seraient reliées par une troi-

sième série présentant les quadrilatères de forme voisine du *losange* dont les sommets correspondraient aux coins des trapèzes.

» Il semble évident qu'un tel système de cartes, dans lequel un *arc* quelconque de *grand cercle* serait toujours représenté par une *droite* immédiatement *transportable* d'une carte sur une autre, et immédiatement *mesurable* en *unités métriques*, se prêterait de la manière la plus avantageuse à tous les usages.

» Je le complète en régularisant le mode de figuré du relief par courbes horizontales. Je me suis aperçu que les altitudes cotées 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000, 10 000 mètres marquent une suite de niveaux qui délimitent assez heureusement les différents ordres de saillies et de creux. Je donne à l'appui de cette assertion une classification des catégories d'accidents ou de formes que l'on est amené à distinguer par l'analyse orographique.

» J'arrive ainsi à dresser une échelle qui comporte l'emploi de 3 et au besoin de 5 épaisseurs de traits pour les équidistances 1, 10, 100, 1000, 10000 mètres. Pour chaque équidistance, les courbes dont les altitudes sont marquées par des chiffres significatifs *pairs* sont en lignes *pleines* ou à trait continu; les courbes cotées par des chiffres *impairs autres que des multiples de* 5 sont en lignes *pointillées*, c'est-à-dire à trait discontinu, et celles qui sont cotées par des chiffres significatifs impairs multiples de 5 sont en lignes *mixtes* formées de points et de traits.

» Les nouvelles coordonnées, longitudes, latitudes et altitudes métriques, dont le calcul serait grandement facilité par des instruments très-simples, devraient être réunies dans un *Répertoire de situations géographiques* qui comprendrait d'abord les localités déterminées dans la *Connaissance des temps*, l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* et les documents analogues publiés dans les différents pays.

» Je présente un cadre où j'ai réalisé les perfectionnements que l'usage m'a conseillé d'apporter au cadre du Répertoire d'altitudes que j'avais présenté à l'Académie en 1861.

» J'aborde enfin la question de la mesure décimale du temps.

» Je termine en indiquant les conditions dans lesquelles j'ai été conduit à édifier ce *Système de Géographie*, les circonstances qui m'y ont aidé, et les conséquences qu'il me semble permis d'attendre d'un *Système uniforme de relevés géologiques*, dont son application fournirait la base.

» Je présente à l'appui de mon exposé une série de spécimens, de modèles et d'esquisses. »

PHYSIQUE. — *Note sur le magnétisme* (suite); par M. **J.-M. Gaugain** (1).

(Renvoi à la Commission du prix Trémont.)

« 61 (suite). Désignons par x le magnétisme rémanent que peut développer le courant i, et par y ce qui reste du magnétisme développé par le courant $+\mathrm{I}$ après le passage du courant $-i$. Admettons, en outre, que chacun de ces magnétismes exerce, en présence de l'autre, la même action que s'il était seul (cette supposition, comme on va le voir, se trouvera justifiée par les résultats mêmes des expériences). Nous aurons alors

$$(y+x)=m'', \quad y-x=\pm m'.$$

Les valeurs de x et de y peuvent donc être déterminées.

» Maintenant, puisque y représente la portion du magnétisme positif qui persiste après le passage du courant $-i$, c'est-à-dire celle qui se trouve placée au delà de la couche e dans laquelle peut s'exercer l'action du courant i, la portion détruite par le courant $-i$, celle qui se trouvait dans la couche e avant le passage du courant $-i$ aura pour valeur $m-y$. Si l'on donne à I une série de valeurs différentes en laissant toujours à i la même valeur, les nombres obtenus par $m-y$ représenteront les quantités de magnétisme développées par les divers courants I dans une couche de même épaisseur e.

» Le tableau suivant contient les résultats d'une série d'expériences dans laquelle la valeur constante de l'intensité i a été 7085. (J'ai indiqué, n° 46, Note du 29 septembre 1873, comment je mesurais les intensités des courants inducteurs.)

I.	8805.	11813.	17262.	31685.	50379.
m.......	+8,2	+20,8	+34,5	+48,3	+55
m'.......	−4	− 0,5	+ 5	+11,4	+15,6
m''......	+5,6	+ 8,5	+13,4	+20,5	+24,3
x.......	4,8	4,5	4,2	4,5	4,3
y.......	0,8	4	9,2	15,9	20,0
$m-y$...	7,4	16,8	25,3	32,4	35,0

» On remarquera d'abord que les diverses valeurs de x sont presque identiques. Les différences qu'elles présentent sont comprises dans les limites d'erreur que comporte le procédé d'observation : ainsi se trouve jus-

(1) Voir *Comptes rendus* des 13 janvier, 30 juin, 8 et 29 septembre, 10 novembre, 22 décembre 1873, et 26 janvier 1874.

tifié le principe de la méthode employée. Pour le vérifier d'une autre manière, j'ai désaimanté le fer à cheval par le procédé du n° 48, et j'ai déterminé directement la valeur de x; j'ai trouvé 4,5, ce qui est à peu près la moyenne des nombres fournis par la série d'expériences précédente. Je crois donc que, dans les conditions de mes expériences, on peut regarder comme établie l'exactitude de l'hypothèse qui m'a servi de point de départ.

» Maintenant, si l'on compare les valeurs de $m - y$, on voit qu'elles sont très-différentes les unes des autres. Dans d'autres séries d'expériences, où j'ai donné à i une valeur plus petite, les valeurs obtenues pour $m - y$ ont présenté des différences bien plus grandes encore. La quantité désignée par $m - y$ croît rapidement avec l'intensité du courant inducteur I; lors donc que cette intensité augmente, l'aimantation ne pénètre pas seulement à une plus grande profondeur, elle devient en même temps plus forte dans la couche d'épaisseur e, à laquelle est limitée l'action du plus faible des courants employés.

» 62. Cette conclusion ne se rapporte qu'au magnétisme rémanent, dont j'ai donné la définition au commencement du précédent numéro (Note du 26 janvier 1874); mais il est très-probable qu'elle reste vraie pour le magnétisme total, car il faut remarquer que le magnétisme rémanent, dont il s'agit ici, forme en général la majeure partie du magnétisme total. On en pourra juger par les nombres du tableau suivant :

Intensité du courant inducteur I.	Rapport du magnétisme rémanent au magnétisme total.
7085	0,38
8805	0,50
11813	0,66
17262	0,72
31685	0,69
50379	0,60

» 63. Je reviens maintenant à l'état magnétique *constant;* je désigne par ce nom emprunté à M. Haecker l'état magnétique qui s'établit dans un barreau en fer à cheval lorsque l'armature a été appliquée et arrachée un assez grand nombre de fois pour que de nouveaux arrachements n'affaiblissent plus l'aimantation. J'ai fait voir précédemment, n°s 52, 53, 54, 59, que cet état *constant* dépend, pour un électro-aimant donné, non-seulement de l'intensité du courant inducteur que l'on fait circuler dans les bobines, mais aussi d'une multitude d'autres conditions, et notamment (n° 54) de la manière dont l'armature est arrachée la première fois après l'interrup-

tion du courant inducteur. Il résulte de là que, quand on veut comparer les valeurs du magnétisme *constant* qui correspondent à diverses valeurs du courant inducteur, il faut avoir soin d'exécuter les manœuvres de l'aimantation toujours de la même manière, et c'est une condition qu'il est difficile de remplir rigoureusement. En outre, j'ai reconnu que le principe qui sert de base à la méthode exposée dans le n° 61 n'est plus vrai, sans restriction, quand il s'agit du magnétisme *constant*. Lorsqu'on considère le magnétisme rémanent de la *première espèce*, celui dont il est question dans le n° 61, il résulte des expériences citées que le courant négatif i affaiblit toujours le magnétisme positif développé par I d'une quantité égale au magnétisme que le courant i développerait dans un barreau pris à l'état neutre; la valeur de x reste sensiblement constante aussi bien lorsque le courant m' est positif que lorsqu'il est négatif. Il n'en est plus ainsi lorsqu'il s'agit du magnétisme *constant*, et il y a lieu alors de distinguer le cas où le courant m' est positif et celui où il est négatif. Lorsque m' est négatif, la valeur de x reste au moins approximativement constante; mais, quand m' est positif, la valeur de x varie avec le rapport des intensités I et i : lorsque I n'est pas très-supérieur à i, la valeur de x n'est pas notablement plus petite que celle qui représenterait le magnétisme développé dans un barreau neutre par le courant i; mais si l'on augmente graduellement la valeur de I, en conservant à i une valeur constante, on trouve que la valeur de x diminue à mesure que celle de I augmente et qu'elle devient sensiblement nulle quand I atteint une certaine limite, ce qui veut dire que le magnétisme constant positif, développé par I, n'est pas affaibli d'une manière appréciable par le courant négatif i dès que le rapport des intensités dépasse une certaine limite, peu différente de 5. Il résulte de là que, lorsqu'on veut appliquer au magnétisme *constant* la méthode d'investigation du n° 61, les valeurs de i et I doivent rester comprises entre des limites telles que le courant d'induction désigné par m' soit toujours négatif. Je vais citer une série d'expériences dans laquelle cette condition a été remplie. L'intensité du courant inducteur a été mesurée comme dans la série du n° 61; mais, pour obtenir des déviations galvanométriques facilement appréciables, j'ai été obligé de réduire de beaucoup la résistance du circuit induit, de telle sorte que les valeurs de m, m', m'', x et y ne sont pas comparables à celles de la série du n° 61. Dans toutes les expériences, j'ai fait passer plusieurs fois le courant I dans des directions alternativement opposées avant d'aimanter le barreau dans le sens que je considère comme positif. L'intensité invariable du courant i a été 8052.

I.	11813.	17262.	31685.	50379.
m	15,7	21,5	25,5	27,5
m'	−10,7	− 8,2	− 4,5	− 1,7
m''	+11,7	+14,7	+19,0	+23,0
x	11,2	11,4	11,7	12,3
y	0,5	3,2	7,2	10,6
$m-y$	15,2	18,3	18,3	16,9

» Comme je l'ai annoncé plus haut, les valeurs de x sont peu différentes les unes des autres; d'où il résulte que la méthode dont je me suis servi peut être appliquée aux courants sur lesquels j'ai opéré, sans erreur notable. Maintenant, si l'on considère les valeurs de $(m-y)$, on voit qu'elles ne sont pas non plus très-différentes les unes des autres, et l'on en conclura, en raisonnant comme dans le n° 61, que lorsqu'on augmente graduellement l'intensité du courant inducteur, on fait pénétrer l'aimantation à des profondeurs plus grandes sans la rendre notablement plus forte dans la couche d'épaisseur e à laquelle se trouve limitée l'action du plus faible des courants employés.

» De l'ensemble des recherches qui précèdent il paraît résulter que la distribution du magnétisme, considérée dans la direction normale à la surface du barreau, serait très-différente dans le cas du magnétisme rémanent *constant* et dans le cas du magnétisme *rémanent de la première espèce*. Dans le premier cas la densité du magnétisme serait à peu près uniforme, tandis que dans le second cette densité décroîtrait rapidement à mesure qu'on s'éloigne de la surface. »

PHYSIQUE. — *Sur la réfraction de l'eau comprimée*. Note de M. MASCART, présentée par M. Jamin.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Fizeau, Jamin.)

« M. Jamin a montré il y a quelques années que l'indice de réfraction de l'eau comprimée peut se calculer d'une manière assez exacte par la loi des puissances réfractives, ce qui fournirait une méthode optique pour déterminer le coefficient de compressibilité des liquides. Comme ce phénomène est le seul, à ma connaissance, que l'on puisse invoquer à l'appui de la loi de Newton, j'ai été conduit à reprendre cette expérience au moyen de l'appareil qui m'a servi pour l'étude des gaz, en m'entourant de toutes les précautions indiquées par M. Jamin et en déterminant avec soin la température du liquide.

» Les deux tubes de l'appareil interférentiel avaient 2 mètres environ de longueur et étaient complétement remplis d'eau. La pression étant constante dans l'un d'eux, on produisait lentement dans l'autre une variation de pression $H_2 - H_1$, et l'on comptait les franges qui passaient en un point du spectre. Dans ces conditions, un changement de pression de 1 mètre de mercure donnait lieu à un déplacement d'environ 70 franges et, comme on pouvait pointer le dixième de frange, on voit que les mesures comportaient une grande précision.

» J'ai constaté d'abord qu'à température constante le rapport $\frac{f}{H_2 - H_1}$ du nombre des franges déplacées à la variation de pression correspondante n'est pas constant, mais qu'il augmente un peu avec la pression. Ainsi, à la température de 15 degrés environ et pour la raie D, j'ai obtenu la valeur 67,70 à la pression moyenne de 1 mètre de mercure, et 68,52 quand la pression moyenne était de $3^m,30$. Il semble résulter de là que la compressibilité de l'eau varie aussi plus vite que proportionnellement à la pression, comme on l'a déjà observé pour la plupart des liquides. L'influence de la température est encore plus facile à reconnaître; à la température de $5^o,5$, par exemple, la valeur du rapport est 71,85. Le sens du phénomène était facile à prévoir, puisque la compressibilité de l'eau diminue quand la température s'élève; mais les nombres précédents indiqueraient une variation notablement plus rapide que celle qui résulte des expériences nombreuses de M. Grassi.

» J'ai opéré d'abord avec de l'eau ordinaire en exerçant la pression par l'intermédiaire d'une masse d'air, puis j'ai complétement purgé l'appareil de gaz et transmis la pression par une colonne d'eau; les résultats n'ont pas varié d'une manière appréciable.

» Pour déduire de là le coefficient de compressibilité, on remarquera d'abord qu'entre les indices de réfraction n_1 et n_2 du liquide aux pressions H_2 et H_1, la longueur L du tube, le nombre f des franges déplacées et la longueur d'onde λ de la lumière, il existe la relation

$$(1) \qquad (n_2 - n_1)\,L = f\lambda.$$

D'autre part, le coefficient de compressibilité μ, pour la pression normale, est défini par l'équation suivante, dans laquelle d_1 et d_2 sont les densités du liquide au commencement et à la fin de l'expérience :

$$\frac{d_2 - d_1}{d_1} = \mu \frac{H_2 - H_1}{0,760}.$$

» Si l'on admet maintenant la loi des puissances réfractives

$$\frac{n_2^2 - 1}{d_2} = \frac{n_1^2 - 1}{d_1},$$

on déduit de ces trois équations, par un calcul approché,

$$\mu = \frac{f}{H_2 - H_1} \frac{\lambda}{L} \frac{2n}{n^2 - 1}\, 0{,}760.$$

Si l'on admet au contraire la proportionnalité de l'excès de réfraction $(n-1)$ à la densité, on obtient pour le coefficient de compressibilité une autre valeur

$$\mu' = \frac{f}{H_2 - H_1} \frac{\lambda}{L} \frac{1}{n - 1}\, 0{,}760.$$

En prenant 1,334 pour l'indice de réfraction de l'eau relatif à la raie D à la température de 15 degrés, les tubes ayant $2^{m},003$ de longueur et le rapport du déplacement des franges à la variation de pression pour un excès de pression d'une atmosphère étant environ 67,7, on obtient par ces deux formules

$$\mu = 0{,}0000518,$$
$$\mu' = 0{,}0000453.$$

» Le premier nombre est très-voisin de celui qu'a obtenu M. Jamin, dans des conditions où la température ne devait pas différer beaucoup de 15 degrés; mais, d'après les expériences de M. Grassi, le coefficient de compressibilité de l'eau à 15 degrés est d'environ 0,0000471, de sorte que la compressibilité réelle du liquide est intermédiaire entre les deux valeurs que l'on déduit du changement de vitesse de la lumière, à l'aide de deux hypothèses différentes. La loi des puissances réfractives n'est même pas celle qui donne le nombre le plus voisin de la vérité; elle ne convient donc pas non plus au changement de réfraction de l'eau par la compression, et je crois qu'il n'existe aucun autre phénomène qui autorise à conserver cette loi dans la Physique.

» L'extrême délicatesse du procédé d'observation que j'ai employé m'a permis de constater et de mesurer le dégagement de chaleur produit par la compression de l'eau, ou plutôt l'abaissement de température qui résulte d'une décompression brusque. L'un des tubes étant à une grande pression, on ouvre un robinet qui laisse écouler quelques gouttes de liquide, et ramène immédiatement l'appareil à la pression atmosphérique. Pendant ce temps, il passe subitement, en un point du spectre, un grand nombre de

franges qu'il serait impossible de compter; mais le phénomène s'arrête tout d'un coup, et les franges paraissent immobiles. Si, alors, on continue de les observer pendant quelques minutes, on constate que l'équilibre n'est pas atteint et que les franges se déplacent encore très-lentement, en marchant dans le même sens. Le liquide, qui s'est refroidi par la décompression, reprend peu à peu la température du bain extérieur, et l'indice de réfraction diminue encore d'une petite quantité. A la température de 16 degrés, j'ai observé que le déplacement des franges, dû au réchauffement du liquide, était 1,9 pour une chute de pression de $4^{m}, 38$ de mercure. Il résulte de là, comme on peut s'en assurer par l'équation (1), que l'indice de réfraction du liquide a diminué de 0,0000056.

» D'après les expériences de MM. Gladstone et Dale, l'indice de réfraction de l'eau pour la raie D diminue de 0,000085 environ quand la température s'élève de 1 degré. Le déplacement observé dans notre expérience correspond donc à un réchauffement de $0^{\circ}, 0066$, ce qui donnerait $0^{\circ}, 00110$ pour la pression de 1 atmosphère. Ce dégagement de chaleur, qui se produit pendant la compression des liquides, a été prévu par M. Thomson comme une conséquence nécessaire du principe de Carnot. M. Joule l'a vérifié par expérience, et il a constaté que le sens du phénomène est renversé à une température inférieure à 4 degrés, comme la théorie l'indiquait.

» L'élévation de température θ du liquide, d'après M. Thomson, est donnée par l'équation

$$\theta = \frac{(273 + t)\delta}{Ec} \frac{\pi}{\rho}.$$

» Dans cette formule, δ est le coefficient de dilatation du liquide à la température t de l'expérience, E l'équivalent mécanique de la chaleur, c la chaleur spécifique à pression constante, et ρ la densité du liquide, π la pression exercée sur 1 mètre carré. En prenant pour δ la valeur 0,000159 déduite des formules empiriques de M. Kopp, 436 pour l'équivalent E, il vient

$$\theta = 0^{\circ}, 00109.$$

Le résultat du calcul est identique à celui que donne l'expérience; mais il ne faut pas accorder une grande valeur à cette concordance absolue, parce que la précision des points ne peut guère dépasser le dixième de frange, ce qui pourrait causer une erreur relative de $\frac{1}{20}$; j'ai d'ailleurs, pour le calcul, emprunté des coefficients à plusieurs sources différentes, sans avoir vérifié le degré d'exactitude qu'ils comportent.

» J'ai cru devoir indiquer cette observation, qui n'est qu'une confirmation de la théorie de la chaleur et des belles expériences de M. Joule, parce que la méthode m'y paraît nouvelle; le liquide comprimé fait lui-même fonction de thermomètre, et les causes d'erreur ne proviennent que de l'exactitude avec laquelle on connaît certains coefficients parfaitement définis. L'eau est d'ailleurs le liquide qui donne lieu à la plus faible variation de température, parce que le coefficient de dilatation est très-faible et la chaleur spécifique très-grande. J'espère reprendre cette expérience dans des conditions plus favorables. »

PHYSIQUE. — *Réponse aux observations critiques de M.* H. Sainte-Claire Deville, *sur une méthode pour la détermination des densités des vapeurs.* Note de M. **Croullebois.**

(Commissaires précédemment nommés : MM. H. Sainte-Claire Deville, Wurtz, Thenard, Jamin.)

« Je prie l'Académie de vouloir bien me permettre de répondre aux critiques qui m'ont été adressées par M. Deville, au sujet de ma dernière Communication. Je me défends d'abord d'avoir attribué à mon procédé une supériorité quelconque sur celui de Gay-Lussac; il suffit, pour s'en convaincre, de se reporter à la Note que j'ai publiée dans les *Comptes rendus.* J'ai dit seulement que le procédé en question était différent de la méthode de Gay-Lussac, et il est aisé de le reconnaître. En effet, quand on opère avec l'appareil de cet illustre physicien, il faut chauffer jusqu'à une température assez haute pour que la pression soit plus faible que la pression maximum; et cette condition entraîne la connaissance préalable des forces élastiques de la vapeur. Comme cette recherche serait plus difficile encore que celle de la densité, dans le cas de l'hydrogène phosphoré liquide, j'ai réussi à me dispenser de ces déterminations presque impraticables en utilisant les propriétés si contrastantes des vapeurs saturées et non saturées. A vrai dire, mon instrument se rapprocherait davantage des tubes qu'employait Dalton dans ses mémorables expériences, si ces derniers étaient évasés à leur partie supérieure de manière à grandir l'étendue du vide barométrique. On ne saurait en outre fonder les bases d'une analogie complète dans l'usage de l'ampoule remplie de liquide volatil, artifice expérimental qui était familier à Dalton lui-même, et que M. Regnault a bien souvent employé dans ses célèbres travaux.

» Ce premier point établi, je regrette que M. Deville ait oublié, dans

toutes les critiques suivantes, que mon appareil était spécialement approprié à l'étude de l'hydrogène phosphoré liquide ou des corps analogues. Il aurait sans doute porté un jugement moins sévère sur mon travail, s'il eût réfléchi aux difficultés que présente le maniement de ces corps. Il aurait trouvé inutile de me rappeler l'ampoule mince et effilée de Gay-Lussac, et cela pour plusieurs raisons : la première, c'est que devant être nécessairement détachée du tube abducteur de l'appareil de M. P. Thenard, il est impossible qu'elle soit « pesée vide et ensuite pleine de liquide » ; la seconde raison, c'est qu'en soufflant des ampoules très-minces à l'extrémité du tube, à cause de la volatilité du produit, la fermeture est impraticable ; et si l'ampoule vient à éclater, ce qui est arrivé plusieurs fois entre mes mains, on est exposé à des blessures profondes et dangereuses.

» J'avoue que la pratique de mon procédé n'est pas simple, qu'elle exige des manipulations pénibles ; mais il ne faut pas oublier que le corps que j'avais à étudier a des allures tout à fait extraordinaires. D'ailleurs, mon avis est encore, malgré toutes ces critiques dont quelques-unes sont spécieuses, que ma solution, quoique imparfaite, est la seule qui convienne jusqu'à présent au problème. La méthode de Gay-Lussac ne peut être employée, car je trouve une erreur fondamentale même dans la forme d'expérimentation que me conseille M. Deville. Si j'insiste, c'est que je veux donner à M. Deville la preuve que j'ai parfaitement compris les principes de cette méthode. L'éminent chimiste dit à la fin de sa Communication : « Il aurait pu..... chauffer progressivement la vapeur..... et constater pour chaque température le volume qu'occupe cette vapeur et cela par des mesures faciles à multiplier. Il se serait arrêté seulement au moment où..... cette vapeur aurait donné des signes de décomposition ». Mais la condition qui préside à l'emploi de la méthode, à savoir que le poids du liquide contenu dans l'ampoule est tout entier vaporisé, comment s'assurer qu'elle est réalisée ? Ici le conseil manque, car le signe de la décomposition n'est pas le signe d'une vapeur sèche ; on ne peut donc être rationnellement certain que la limite de saturation a été dépassée.

» Enfin M. Deville aurait pu encore s'éviter deux autres reproches. L'installation de l'appareil ne présente pas « de sérieuses difficultés » ; on peut l'obtenir en quelques instants même avec l'aide d'une seule personne. D'autre part, en communiquant, à la prière de quelques chimistes, le principe de mon procédé, en faisant connaître son usage pour l'hydrogène

phosphoré et le résultat général que j'en avais déduit, il s'agissait de juger du simple au double; je ne pouvais ignorer les belles expériences de M. Cahours et de MM. Deville et Troost. Je me réserve de les prendre pour modèle et cette restriction est contenue clairement, quoique implicitement, dans la dernière phrase de ma Communication.

» Dans le travail que je soumettrai prochainement à l'Académie, on verra que j'ai fait tous mes efforts pour mériter les encouragements que quelques Membres ont bien voulu m'accorder. »

CHIMIE. — *Sur les combinaisons de l'hydrogène avec les métaux alcalins.* Note de MM. **L. Troost** et **P. Hautefeuille.**

(Commissaires : MM. Chevreul, Balard, H. Sainte-Claire Deville, Cahours.)

« Gay-Lussac et Thenard ont constaté (1) que le potassium chauffé à l'aide d'une lampe à esprit-de-vin dans une cloche courbe placée sur le mercure perd son aspect métallique en absorbant de l'hydrogène (2). En prenant la précaution de renouveler les surfaces du potassium avec une tige de fer, ils ont pu faire absorber par $0^{gr},0414$ de potassium $2^{cc},8$ de gaz (environ cinquante-sept fois le volume du potassium), et ils pensent que, si l'on pouvait saturer le potassium, celui-ci absorberait $3^{cc},5$ (62 volumes) : ce dernier nombre correspond à un quart d'équivalent d'hydrogène pour 1 équivalent de potassium (3). Ils ont également constaté que le sodium peut absorber l'hydrogène, mais ils n'ont fait aucune détermination numérique.

» Les recherches qui font l'objet de cette Note établissent : 1° que l'hydrogène forme avec le potassium une combinaison définie ayant l'éclat d'un métal, et dont la composition est représentée exactement par la formule K^2H ($K = 39$, $H = 1$); 2° que l'hydrogène forme également avec le sodium une combinaison définie, d'aspect métallique, et dont la composition est représentée exactement par la formule Na^2H ($Na = 23$, $H = 1$).

» *Potassium hydrogéné.* — Le potassium soumis à l'expérience était

---

(1) *Recherches physico-chimiques*, t. I, p. 176.

(2) M. Jacquelain (*Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. LXXIV, p. 203) a proposé d'utiliser cette propriété du potassium pour séparer l'hydrogène dans un mélange de ce gaz et de carbures d'hydrogène.

(3) L'hydrure gris, qui prendrait ainsi naissance, aurait pour formule K^4H ($K = 39$, $H = 1$).

contenu dans une nacelle de fer, placée au fond d'un tube de verre communiquant par un tube en T, d'une part avec un manomètre, et d'autre part avec un robinet à trois voies, qui permettait de le mettre en communication soit avec une pompe de Sprengel, soit avec une source d'hydrogène pur et sec. Le tube contenant le métal pouvait être porté successivement à diverses températures que l'on maintenait constantes pendant un très-grand nombre d'heures. On a constaté ainsi qu'on peut fondre le potassium et le maintenir liquide dans une atmosphère d'hydrogène sans qu'il y ait absorption de ce gaz. L'hydrogène ne commence à être absorbé qu'au-dessus de 200 degrés; à cette température, l'absorption est d'une lenteur extrême ; elle est beaucoup plus rapide, si l'on chauffe vers 350 ou 400 degrés (1).

» Le potassium hydrogéné préparé par un long séjour dans le gaz hydrogène est à la température ordinaire très-cassant, semblable par son aspect à un amalgame d'argent, dont il a le grain cristallin et tout l'éclat; aussi est-il difficile de se défendre de comparer le potassium hydrogéné à un véritable alliage. Ce composé peut être fondu dans le gaz hydrogène ou dans le vide sans subir la moindre altération. Mis au contact de l'air, il s'enflamme immédiatement. Le potassium hydrogéné chauffé au-dessus de 200 degrés dans le vide commence à se dissocier. On peut entre 330 et 430 degrés mesurer les tensions d'hydrogène qui limitent la décomposition de ce corps, et constater que les tensions de dissociation croissent d'abord lentement avec la température, tandis qu'à partir de 370 degrés de très-faibles variations de température s'accusent par un accroissement très-rapide des pressions.

Températures.	Tensions de dissociation du potassium hydrogéné.
330°	45mm
340	58
350	72
360	98
370	122
380	200
390	363
400	548
410	736
420	916
430	1100

(1) En opérant sur 2gr,500 de potassium, il a fallu deux cent cinquante heures pour saturer ce métal chauffé à 290 degrés.

» A 411 degrés la tension du gaz hydrogène est de 760 millimètres; pour produire le potassium hydrogéné à cette température il faut donc chauffer le potassium dans de l'hydrogène ayant une pression un peu supérieure à la pression atmosphérique. La température la plus favorable à la préparation est 300 degrés environ, parce que l'excès de pression du gaz hydrogène sur la tension de dissociation est considérable, et de plus parce qu'à cette température le potassium n'est pas sensiblement volatil. En résumé, ce corps ne se forme pas avant 200 degrés et se décompose à 411 degrés sous la pression atmosphérique. Les conditions nécessaires pour la production et la décomposition de ce corps sont donc comparables à celles de la production et de la décomposition de l'oxyde de mercure : le mercure ne s'oxydant que vers 300 degrés et l'oxyde formé se décomposant vers 500 degrés dans les conditions ordinaires de pression (1).

» Ce composé défini dissout du gaz hydrogène en quantité variable avec la température et la pression; il se conduit donc comme le palladium hydrogéné, mais l'absorption est beaucoup moins considérable : ainsi à 300 degrés sous la pression de 760 millimètres, il ne se charge que de 40 volumes de gaz hydrogène. Ce gaz dissous accuse sa présence par des tensions supérieures à celles qui figurent dans le tableau ci-dessus et qui varient avec l'état de saturation de l'alliage. Il faut donc, pour avoir la combinaison définie seule, expulser du gaz jusqu'à ce que la pression de l'hydrogène ne soit plus supérieure à la tension de dissociation pour la température à laquelle se fait l'expérience.

» Le potassium hydrogéné a été analysé en extrayant, au moyen de la pompe de Sprengel, le gaz hydrogène de la combinaison préalablement débarrassée du gaz dissous. Un volume de potassium étant combiné à 126 volumes d'hydrogène, la formule K^2H exige $124^{vol},6$. Le léger excès de gaz trouvé tient à ce que le potassium employé renferme 3,4 pour 100 de sodium.

» *Sodium hydrogéné.* Le sodium peut-être fondu dans le gaz hydrogène sans absorber la moindre trace de ce gaz. Ce métal n'absorbe pas encore l'hydrogène à 200 degrés, température à laquelle l'absorption se produit avec le potassium. C'est seulement vers 300 degrés que cette propriété du sodium commence à se manifester. Dès 421 degrés elle cesse de se produire, si l'hydrogène ne possède pas une pression supérieure à la pression atmo-

---

(1) Debray, *Note sur la dissociation de l'oxyde rouge de mercure.* (*Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 123.)

sphérique. Les limites dans lesquelles on peut préparer le sodium hydrogéné, sous la pression atmosphérique, sont donc plus resserrées que pour le potassium hydrogéné.

» Ce corps est mou comme le sodium à la température ordinaire; mais il devient très-cassant, facile à pulvériser, cristallin un peu avant sa fusion. Il est blanc d'argent, un peu plus fusible que le sodium et doué de plus d'éclat que ce métal : il présente donc l'aspect d'un alliage. Ce corps peut être fondu dans le vide sec et dans l'hydrogène. Il est moins altérable à l'air que le composé correspondant du potassium. Le sodium hydrogéné se prête sans trop de difficulté à une détermination de densité qui n'a pu être effectuée sur le composé K^2H, beaucoup trop altérable. La densité de Na^2H peut se prendre dans l'huile de naphte. Cette densité est 0,959 par rapport à l'eau et celle du sodium employé à la préparation et prise dans les mêmes conditions est 0,970.

» Ce corps éprouve une dissociation régulière que nous avons pu mesurer entre 330 et 430 degrés.

Températures	Tensions de dissociation du sodium hydrogéné.
330°	28mm
340	40
350	57
360	75
370	100
380	150
390	284
400	447
410	598
420	752
430	910

» Les valeurs inscrites dans ce tableau montrent que la dissociation du composé Na^2H suit les mêmes lois que celles du composé K^2H. On remarque que, pour une même température, les tensions correspondant au sodium hydrogéné sont un peu plus faibles que celles du potassium hydrogéné.

» Ce composé ne dissout que de très-petites quantités de gaz hydrogène; ainsi, à 400 degrés et sous la pression de 760 millimètres, il n'en prend que trois à quatre fois son volume.

» Le sodium hydrogéné débarrassé de cette petite quantité de gaz dissous a été analysé en extrayant le gaz à l'aide de la pompe de Sprengel :

1 volume de sodium était combiné à 237 volumes d'hydrogène; la formule Na^2H exige 238 volumes.

» Le lithium et le thallium ne se combinent ni l'un ni l'autre avec l'hydrogène dans les limites de température de pression où se forment les composés du potassium et du sodium que nous venons de décrire. Cette circonstance nous a permis de fixer facilement les volumes de gaz hydrogène que ces métaux peuvent dissoudre dans les conditions suivantes.

» Le lithium chauffé à 500 degrés dans le gaz hydrogène sous la pression de 760 millimètres absorbe dix-sept fois son volume de gaz; le thallium, dans les mêmes conditions, n'en dissout que trois fois son volume. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur quelques bronzes de la Chine et du Japon à patine foncée.* Note de M. H. Morin.

(Commissaires : MM. Peligot, Tresca.)

« En 1869 eut lieu, au Palais de l'Industrie, une exposition d'objets de la Chine et du Japon, parmi lesquels figuraient des bronzes d'une beauté remarquable. Ces bronzes, de formes très-variées, appelaient l'attention non-seulement par la délicatesse de leurs filigranes, mais encore par la couleur de la patine, qui se montrait sur la plupart des pièces d'un beau noir mat. L'analogie que tous ces bronzes présentaient entre eux en faisait une riche collection caractérisant nettement le goût correspondant à l'une des époques de l'art asiatique. Leur composition d'ailleurs était peu ou point connue.

» M. Barbedienne me confia divers échantillons de ces bronzes niellés à patine foncée. Ces échantillons étaient au nombre de sept : les uns étaient des vases à formes arrondies, les autres des vases à quatre ou six pans. Les sujets, représentés par les filigranes, étaient en général des feuilles, des fleurs et des tortues avec des grecques; sur deux seulement, supposés d'origine plus récente, on remarquait des oiseaux et des personnages. Ces dernières décorations offraient les couleurs éclatantes d'un métal mis à nu, rehaussées par un brillant vernis, et étaient posées sur le bronze.

» Mes premières recherches eurent pour but l'examen de la patine foncée, qu'on retrouvait, d'une manière presque générale, sur ces bronzes niellés et qui évidemment avait pour effet de faire ressortir par contraste l'argent des filigranes. Dans aucun des échantillons, il ne fut possible de constater la présence de ces vernis du Japon, si remarquables à la fois par

leur solidité et les effets variés qu'ils produisent; le ton mat des objets semblait déjà, du reste, exclure toute supposition à cet égard. D'un autre côté, il fut bien établi que cette patine, qui faisait corps avec le bronze, n'était point due à une coloration par le soufre, ainsi que les Chinois le pratiquent dans certains cas.

» Il y avait donc lieu de supposer que la composition de l'alliage employé n'était pas étrangère aux résultats obtenus; ces prévisions furent entièrement confirmées par les analyses consignées dans le tableau suivant:

	I.					II.	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Étain....	4,36	2,64	3,27	3,23	5,52	7,27	6,02
Cuivre...	82,72	82,90	81,30	83,09	72,09	72,32	71,46
Plomb....	9,90	10,46	11,05	11,50	20,31	14,59	16,34
Or......	»	traces	»	»	»	»	»
Fer......	0,55	0,64	0,67	0,22	1,73	0,28	0,25
Nickel...	»	traces	»	»	»	»	»
Zinc.....	1,86	2,74	3,27	0,50	0,67	6,00	5,94
Arsenic...	traces	0,25	traces	0,25	traces	traces	traces
Soufre....	traces	»	»	traces	traces	»	»
	99,39	99,63	99,56	98,79	100,32	100,46	100,01

» Eu égard à la minime partie de ces objets qu'il a été possible de prélever pour l'analyse, on n'a pu prendre la densité que d'un seul de ces bronzes, le n° 1 : cette densité a été trouvée = 8,8455.

» La première remarque, et en même temps la plus importante, à laquelle donne lieu la composition des alliages du premier groupe, c'est que tous contiennent une proportion de plomb beaucoup plus grande que celle des bronzes d'art ordinaires; l'expérience a montré d'ailleurs que cette quantité de plomb augmente précisément avec l'intensité de la patine. On arrive ainsi à cette conclusion (que corrobore la synthèse), que la patine foncée des bronzes niellés de la Chine et du Japon examinés est due à la composition propre de ces bronzes.

» Les alliages du second groupe se distinguent par une plus forte proportion d'étain, et surtout de zinc; leur décoration est plus soignée et semble dénoter un progrès dans la disposition des dessins; mais déjà le zinc, qui s'y trouve plus abondamment, semble contre-balancer la présence du plomb.

» Il restait à reconstituer ces bronzes de toutes pièces, et à vérifier si les alliages ainsi obtenus se comporteraient de même que les alliages chinois.

Deux compositions synthétiques furent effectuées dans ce but avec les proportions ci-dessous :

	1re composition.	2e composition.
Étain...........	5,5	5
Cuivre..........	72,5	83
Plomb..........	20,0	10
Fer............	1,5	»
Zinc............	0,5	2
	100	100

» De ces deux compositions, la première, qui s'est rarement rencontrée, offre peu d'intérêt; elle constitue un alliage d'un emploi excessivement difficile, et, sans donner des résultats supérieurs au point de vue de la patine, elle a l'inconvénient de fournir des objets d'une grande fragilité, fragilité qui a dû causer l'étonnement de plus d'un amateur, en voyant des vases d'un grand prix se briser presque au moindre choc.

» La seconde, au contraire, fournit des résultats dignes d'attention; en effet, en opérant la fonte de l'alliage convenablement, on obtient un bronze en tous points semblable au bronze chinois.

» Sa cassure, à grains gris, assez serrés, est identique; son poli est le même, et enfin, chauffé comme lui au feu de moufle, il prend, en peu de temps, cette patine noire mate que l'on ne peut obtenir avec les bronzes d'art moderne, car ceux-ci s'écaillent dans les mêmes conditions. Le bronze ainsi obtenu, comme le bronze chinois, se travaille avec facilité, soit au tour, soit au ciseau; mais, d'un autre côté, pour obtenir une fonte bien réussie, il importe de ne couler que des objets très-minces, comme le font les Chinois, et encore le fondeur doit-il tenir soigneusement compte de la température du métal. Coulé trop chaud, ce bronze offre les mêmes inconvénients que s'il était employé à fabriquer des objets de forte épaisseur; pendant le refroidissement, une sorte de liquation s'opère dans le moule, et la pièce en sort hérissée de nombreux petits points d'alliage blanc. C'est cette liquation, ménagée avec soin et suivie simultanément d'une oxydation, qui se produit lorsqu'on réchauffe ce bronze au feu de moufle, et qui donne ainsi lieu à la formation d'une patine foncée adhérente.

» Le peu de stabilité des alliages de cuivre et de plomb permet difficilement d'utiliser les jets de fonte; ces considérations, jointes à la fragilité du métal, rendent son usage peu pratique dans les arts; il ne faut cependant pas perdre de vue que son emploi permet d'obtenir facilement certains effets de patine qu'on ne peut demander aux bronzes de qualité supérieure.

» En terminant, je tiens à remercier M. Barbedienne de la bienveillance avec laquelle il m'a fourni les bases de ce travail, ainsi que les moyens de le mener à bonne fin. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Lombriciens terrestres exotiques des genres* Urocheta *et* Pericheta. Note de M. **Edm. Perrier**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

(Commissaires : MM. de Quatrefages, de Lacaze-Duthiers, P. Gervais.)

« Dans de précédents travaux, entrepris en grande partie sur les échantillons de la collection du Muséum d'Histoire naturelle, j'ai montré qu'il existait chez les Lombriciens terrestres, sous une apparence très-uniforme, une grande variété d'organisation; mais les échantillons conservés se prêtant aussi mal que possible à l'étude, j'ai dû songer à me procurer des individus vivants des différents types de cette collection, et c'est une partie des résultats obtenus dans cette seconde série de recherches que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. Je dois la plupart des individus que j'ai étudiés jusqu'ici à l'obligeance de l'intelligent et habile chef des serres du Muséum, M. Houllet. Dans la terre de chaque envoi de plantes vivantes exotiques, il arrive presque toujours des Lombrics vivants dont quelques-uns se sont même, paraît-il, acclimatés dans les serres du Jardin des Plantes. M. Houllet a, sur ma demande, recueilli avec le plus grand soin ces animaux, et c'est ainsi que j'ai pu étudier vivants des *Eudrilus*, du Brésil, de nombreuses espèces de *Pericheta*, provenant de l'Inde, de la Cochinchine, de la Martinique, du Brésil, et surtout un genre fort curieux, que dans mon précédent travail j'avais dû laisser aux *incertæ sedis*, le genre *Urocheta*. En outre, plusieurs voyageurs ont bien voulu me promettre des envois, et le R.-P. Jules Tailhan, procureur des Missions, a mis la plus grande obligeance à faire recueillir, dans les diverses parties du monde où la Société de Jésus a des missionnaires, les Vers de terre de ces contrées. J'espère pouvoir mettre bientôt sous les yeux de l'Académie de nouvelles recherches; je me bornerai aujourd'hui à indiquer les traits principaux de l'organisation des *Urocheta* et des *Pericheta*.

» Un fait de répartition géographique qui est très-frappant, et au sujet duquel j'ai pris cependant les renseignements les plus précis, c'est que la même espèce d'*Urocheta*, l'*Urocheta hystrix*, se trouve à la fois à la Martinique, à Java et au Brésil; le genre *Pericheta* existe, lui aussi, à la Martinique, au Brésil, au Pérou, et on le retrouve à l'île Bourbon, et dans toute

la partie méridionale du continent asiatique; mais ses espèces sont nombreuses et différentes dans ces diverses régions, comme le sont elles-mêmes les espèces si répandues du genre Lombric. On pressent facilement tout l'intérêt philosophique que présenterait une étude soigneuse et approfondie de la répartition géographique d'animaux aussi sédentaires que les Lombriciens; mais il faudrait, dans cette étude, tenir grand compte de la facilité avec laquelle ces êtres se transportent et s'acclimatent. Cette facilité est telle que je possède encore vivants, à l'heure qu'il est, des *Pericheta* du Brésil et des *Lombrics* d'Australie qui m'ont été remis au mois de juillet 1873.

» Les *Urocheta* sont des Vers de 1 décimètre de long tout au plus, sur environ 3 millimètres de diamètre. Leurs soies, disposées à la partie antérieure du corps, comme celles de nos Lombrics, arrivent graduellement à se disposer en quinconce à la partie postérieure du corps, de sorte qu'elles forment alors seize rangées, les huit soies de chaque anneau alternant avec celles des anneaux contigus. *Ces soies sont bifurquées à leur extrémité*, comme celles des Lombriciens aquatiques; il est donc impossible de voir, dans la terminaison simple ou bifide des soies, un caractère distinguant les Lombriciens terrestres ou *Lumbricina* des *Naïdea*. Ce fait permet-il de continuer à adopter les bases de la classification des Lombriciens proposée par Grube et encore adoptée, en 1869, par M. Léon Vaillant? Les soies du vingtième anneau, voisines de l'orifice génital mâle, sont modifiées d'une manière spéciale, et ressemblent à celles que j'ai décrites dans une position analogue chez les *Rhinodrilus*. Les téguments et l'apparence extérieure sont d'ailleurs, à très-peu près, identiques à ceux de nos Lombrics. L'appareil digestif se compose d'un pharynx musculo-glandulaire, d'un œsophage, d'un gésier musculeux auquel fait suite un tube plus étroit, dans lequel s'ouvrent trois paires de grosses glandes compactes, d'un blanc de craie, contractiles, et dont les *éléments glandulaires sont solubles avec effervescence dans l'acide acétique*, fait que l'on peut aussi constater pour les glandes œsophagiennes de nos Lombrics, dites *glandes du calcaire*, et qui sont, nous le démontrerons, leurs analogues morphologiquement et physiologiquement. Le véritable intestin commence ensuite avec ses caractères ordinaires. Il est tapissé intérieurement par un *épithélium vibratile;* cette particularité se retrouve chez nos Lombrics où elle n'a été signalée que par Ray-Lankester : elle a son importance, parce qu'elle diminue encore la distance qui sépare les Lombrics des Naïs. Le typhlosolis est une simple lame membraneuse également vibratile, plongeant au milieu de l'intestin et supportant un vaisseau qui, après s'être

renflé antérieurement, finit par affleurer à la surface de l'intestin, où l'on peut le voir sans préparation au-dessous du vaisseau dorsal. En arrière des glandes à effervescence de l'intestin, ce vaisseau intestinal donne naissance à deux anses latérales très-volumineuses, animées de contractions rhythmiques, et qui viennent s'ouvrir dans le vaisseau sus-nervien. En avant de ces *cœurs latéraux de l'appareil vasculaire intestinal* se trouvent trois autres paires de cœurs latéraux, identiques à celles de nos Lombrics, et qui font communiquer le vaisseau dorsal, également contractile, avec le vaisseau sus-nervien. Il y a donc ici *deux sortes de cœurs latéraux*, et cette disposition remarquable, qui n'existe pas chez nos Lombrics, se retrouve, ainsi que les traits fondamentaux de l'appareil circulatoire des *Urocheta*, chez les *Pericheta*. Dans tous les anneaux du corps qui suivent ceux qui contiennent les cœurs, le vaisseau dorsal communique directement, non plus avec le vaisseau sus-nervien, mais avec le vaisseau sous-nervien, par des anses latérales qui envoient chacune dans les téguments une grosse branche se résolvant rapidement en un réseau capillaire. Côte à côte avec elle, et la suivant dans toutes ses ramifications, chemine une branche issue du vaisseau sus-nervien avec lequel le vaisseau dorsal ne communique en conséquence que par l'intermédiaire d'un réseau capillaire, que l'on peut considérer comme le réseau respiratoire. Les *Pericheta* ont, eux aussi, quoi qu'on en ait dit, un vaisseau sous-nervien affectant exactement, avec le vaisseau dorsal, les rapports que nous venons d'indiquer.

» Le sang que le vaisseau dorsal envoie dans les parois de l'intestin, et qui s'y répartit dans un réseau à mailles rectangulaires fort élégant et fort régulier, se rassemble dans des vaisseaux courant en écharpe sur l'intestin, qui se rendent au vaisseau du typhlosolis et de là, par l'intermédiaire des cœurs du système vasculaire intestinal, dans le vaisseau sus-nervien.

» Il en est de même chez les *Pericheta* ou le vaisseau du typhlosolis, presque sessile, est divisé en chambres recevant chacune, par leur partie postérieure renflée, une paire de vaisseaux en écharpes et rappelle par sa disposition moniliforme celle des vaisseaux lymphatiques des Mammifères.

» Les organes segmentaires, munis d'un pavillon vibratile, s'ouvrent extérieurement, chez les *Urocheta*, en avant de la soie inférieure de la rangée supérieure et, dans la région postérieure du corps, ne suivent pas cette soie dans ses déplacements. Ils sont remplacés, dans les quatre premiers anneaux, par une grosse glande s'ouvrant à la partie antérieure du troisième anneau et homologue des touffes de tubes glandulaires que l'on trouve

dans les anneaux antérieurs des *Pericheta*, et qui ont été prises à tort pour des glandes œsophagiennes. Le sang que ces glandes reçoivent, comme celui qui se rend à toutes les glandes de la partie antérieure du tube digestif, provient de deux branches spéciales issues du vaisseau dorsal, revient au vaisseau sus-intestinal et, de là, est poussé par les cœurs intestinaux dans le tronc sus-nervien. Ces deux branches vasculaires ont, chez nos Lombrics, des analogies qui n'ont jamais été signalées. Chez les *Pericheta*, je n'ai pu trouver jusqu'ici d'orifices ni aux organes segmentaires, ni aux volumineuses touffes de tubes glandulaires qui les remplacent dans la partie antérieure du corps.

» Le système nerveux est construit sur le plan ordinaire; mais, tandis que, chez les *Pericheta*, le système stomato-gastrique est réduit à un ganglion unique, il forme, chez les *Urocheta*, un second collier œsophagien complet, relié par de nombreux connectifs au collier principal.

» J'ai décrit autrefois avec détails l'appareil génital des *Pericheta;* je n'y reviendrai pas. Les *Urocheta*, que j'ai pu étudier, n'étaient pas à l'état de maturité sexuelle : je n'ai pu voir leurs ovaires; mais j'ai pu m'assurer qu'ils ne possédaient qu'une seule paire de testicules, situés en arrière du gésier, munis de canaux déférents s'ouvrant sur la ceinture et dépourvus de toute glande accessoire, comme cela a lieu chez les autres *Lombriciens intraclitelliens*. Il y a trois paires de poches copulatrices sans annexes, s'ouvrant au bord antérieur des anneaux 8, 9 et 10. Tous ces faits appellent de nombreuses comparaisons que je ne puis développer dans cette Note, mais qui trouveront place dans un Mémoire détaillé qui paraîtra bientôt dans les *Archives de Zoologie expérimentale*, dirigées par M. le professeur de Lacaze-Duthiers. »

BOTANIQUE. — *De quelques faits généraux qui se dégagent de l'androgénie comparée;* par M. A. Chatin.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« L'androgénie m'a autrefois (*Comptes rendus*, t. XL, XLI et XLII) conduit à formuler quelques rapports sur l'ordre des naissances, l'ordre de développements consécutifs à la naissance et celui des avortements des étamines, soit qu'on les considère en eux-mêmes ou qu'on les compare entre eux; je viens appeler l'attention sur quelques autres faits généraux mis en lumière par une méthode d'investigation qui, faisant assister aux premiers âges des organes, permet, en bon nombre de cas, de résoudre

sûrement par l'observation des questions que la méthode analogique ne pouvait éclairer que par hypothèse.

» Les points que je considère aujourd'hui sont les suivants :

» La position respective des verticilles de l'androcée et celle des parties d'un verticille staminal donné;

» Le nombre vrai des parties d'un verticille;

» L'ordre de naissance des parties d'un verticille.

» I. La position respective des étamines d'un androcée à plusieurs verticilles est, dans beaucoup de cas, indéterminable par l'observation des parties développées; l'organogénie donne, au contraire, sûrement cette position, à la seule condition que les observations soient suivies depuis l'apparition des organes jusqu'à un certain point de leur développement. On voit clairement alors que les Érythroxylées, les Papilionacées, les Liliacées, les Éricacées, etc., qui montrent ordinairement dans la fleur leurs étamines sur un seul cercle, ont, en réalité, deux verticilles bien distincts, dont l'un, opposé aux sépales, est le plus externe dans les Légumineuses et les Liliacées, le plus interne dans les Éricacées et les Érythroxylées.

» Une cause d'erreur contre laquelle on doit se tenir en garde dans la recherche de la position relative des verticilles staminaux est celle qui ressort, chez un assez grand nombre de plantes, du changement apparent de position respective de ces verticilles dans la préfloraison, par suite de déviations de la portion supérieure des étamines.

» Il peut arriver, en effet (*Chorozema*, *Coronilla*, etc.), que les anthères du verticille interne, passant à un certain moment au-dessous et en arrière de celles plus élevées du verticille réellement externe, paraissent constituer celui-ci : ainsi encore, quoique pour une cause différente, on a pu croire que dans le *Francoa*, les Saxifragées et les Éricacées, les étamines premières-nées forment ce verticille externe, lequel existe dans les Limnanthacées, les Légumineuses et les Élatinées, où il était méconnu. L'observation attentive des premiers âges et de ceux qui suivent fera éviter cette cause d'erreur, de laquelle ne s'est pas toujours préservé un organogéniste cependant exercé.

» Certaines plantes ont les étamines en nombre triple, quadruple etc., des sépales. Or, tandis que la méthode analogique voyait là autant de verticilles que de multiples des parties du calice, l'organogénie prouve qu'il n'existe le plus souvent que deux verticilles, dont l'un présente deux étamines, ou même davantage, à la place où devraient se trouver des étamines solitaires : ainsi s'explique la prétendue triplostémonie des *Butomus*, *Rheum*, *Monsonia*, etc.

» Ailleurs, les éléments de l'androcée, supérieurs en nombre aux sépales ou pétales, mais non en multiples de ceux-ci, se présentent comme sur un seul cercle, ce qui rend impossible de reconnaître dans la fleur s'ils forment un nombre donné de verticilles semblables entre eux, mais différents, quant au nombre des parties qui les forment, des enveloppes florales, ou s'ils sont constitués en partie par des verticilles semblables à ces dernières, en partie par des verticilles qui diffèrent par le nombre de leurs éléments : tel est le cas du *Tropæolum* et de beaucoup de Sapindacées où les étamines, au nombre de huit, se décomposent en un verticille complet d'étamines oppositisépales et en un verticille oppositipétale et externe, incomplet par l'avortement de deux de ses parties. Tel est aussi la *Stellaria media* et plusieurs autres Caryophyllées, réduites à six, sept ou huit étamines par l'avortement de quatre, trois ou deux des étamines du verticille oppositipétale.

» Toute autre est l'explication pour la *Scleranthus*, dont les étamines, toujours oppositisépales, peuvent être portées de cinq à huit par la production de couples d'étamines là où d'autres fois elles sont solitaires; pour le *Phytolacca*, qui pour cinq sépales a tantôt un seul verticille de cinq couples d'étamines, tantôt à l'intérieur de celui-ci, un autre rang semblable de cinq couples, le tout donnant vingt étamines qu'on eût pu croire représenter quatre verticilles, au lieu de deux existant réellement.

» La situation des parties qui manquent et de celles qui restent aux androcées méio-stémones en apparence réguliers (*Monniera*, *Melianthus*, plusieurs Paronychiées, Chénopodées, etc.), est encore bien indiquée, dans presque tous les cas, par l'organogénie.

» Enfin, c'est à celle-ci qu'on doit de bien distinguer, parmi les fleurs polystémones, les androcées dont les étamines naissent par groupes (souvent plus tard confondus entre eux) de ceux que forment des étamines se produisant en spirales et en verticilles irréguliers. A la première division appartiennent les Dilléniacées, Cistinées, Hypéricinées, Malvacées, Tiliacées; à la seconde le *Papaver*, les Nymphéacées, Magnoliacées, Renonculacées en général.

» II. Le nombre vrai des parties d'un verticille staminal donné, souvent entouré d'incertitudes que lève mal l'observation des parties après leur développement complet, est ordinairement indiqué sûrement par l'androgénie. C'est à celle-ci, et en remontant à de premiers âges d'abord négligés qu'on doit d'avoir établi d'une façon générale que les deux paires de grandes étamines des Crucifères, loin de provenir de deux mamelons solitaires qui se dédoubleraient plus tard, représentent un verticille complet et oppositipétale, dont les quatre éléments, toujours distants au mo-

ment de leur production, ne tardent pas à se rapprocher deux à deux, parfois même à se souder entre eux dans l'intervalle antéro-postérieur qui les séparait.

» Les mêmes faits s'observent, chez les Capparidées, dans le *Cleome* et le *Gynandropsis*. Le *Polanisia* ne diffère, comme l'a vu Payer, qu'en ce que deux étamines supplémentaires, mais placées sur le même rang que les quatre étamines pétalaires, se produisent entre deux de celles-ci. Occupant la place même sur laquelle ces dernières devraient se réunir, elles les fixent dans le voisinage même des pétales où elles sont nées, fait qui eût dû mettre l'organogéniste qui l'observa le premier en garde contre la réalité, à laquelle il crut, du dédoublement dans les Crucifères et quelques Capparidées.

» Les huit étamines du *Tropæolum* et du *Kœlreuteria* se montrent dans la fleur sur un seul cercle; mais l'organogénie y indique nettement un verticille sépalaire complet, plus un verticille oppositipétale réduit à trois étamines, par l'avortement des deux autres.

» Le *Phytolacca* a, disposées dans la fleur sur un cercle à peu près régulier, dix étamines dans lesquelles la méthode analogique voit, comme chez les Caryophyllées, desquelles un éminent botaniste a justement rapproché les Phytolaccées par la structure commune de la graine, deux verticilles; mais l'androgénie établit, on l'a vu plus haut, qu'il n'y a là qu'un seul verticille formé de cinq couples d'étamines.

» Le *Fagopyrum* et plusieurs *Polygonum* ont huit étamines qui se décomposent en un verticille interne de trois étamines et en un autre verticille, toujours plus extérieur, de cinq parties, qui parfois semblent régulièrement espacées entre elles : l'androgénie confirme ici l'opinion des morphologistes qui avaient vu dans ces cinq étamines deux couples et une étamine solitaire.

» Ces exemples, qu'on pourrait multiplier, suffisent à établir cette proposition : l'androgénie seule donne ordinairement le nombre vrai, ainsi que la situation première des parties d'un verticille staminal donné.

» III. L'ordre de formation des étamines d'un verticille donné est bien indiqué par l'androgénie; il ne pouvait l'être que par elle.

» C'est un fait d'observation que, le plus souvent, les étamines d'un verticille, comme les pétales et les éléments d'un pistil disposé en cercle et contrairement aux parties du calice naissent toutes à la fois : ainsi se passent les choses dans les Apocynées, Asclépiadées, Borraginées, Campanulacées, Composées, Convolvulacées, Gentianées, Solanées, plantes isostémones, chez les Caryophyllées, Crassulacées, Éricacées, Saxifragées, Lé-

gumineuses, etc., ordinairement diplostémones, et les Laurinées, souvent à quatre verticilles staminaux.

» Mais si, le plus souvent, les étamines d'un verticille apparaissent ensemble, n'est-on pas allé au delà de la réalité quand on a formulé la loi suivante :

« Je n'ai qu'une chose à dire pour le cas où les étamines sont sur un seul et même verticille, c'est qu'elles apparaissent toutes simultanément, qu'elles soient alternes avec les pétales ou qu'elles leur soient superposées. (PAYER, *Traité d'Organogénie*, p. 714.)

» Cela n'est pas douteux, une telle proposition, formulée sans réserve, va au delà des faits observés ; elle est même en opposition avec plusieurs des propres observations de l'auteur. Elle l'est en particulier avec ce que dit ce dernier du *Pavia*, du *Cardiospermum*, du *Tropæolum*, du *Viola odorata*, du *Melianthus*, des Scrofularinées, des Labiées, etc.

» Il est vrai de dire que les Scrofularinées, dont Payer dit l'androcée naître en trois fois, produisent généralement leurs cinq étamines en une seule fois, ce qui les ferait rentrer dans la loi. Par compensation, il faut retirer de celle-ci les Globulariées, dont les quatre étamines ne se produisent pas ensemble, mais en deux fois. Comme les Scrofularinées, les Verbénacées sont plus en accord avec la loi que ne l'admet l'auteur de celle-ci ; car leurs quatre étamines se produisent, le plus souvent, en une fois et non en deux, comme il l'admet. J'en dirai autant des Acanthacées.

» Quant aux Amomées et aux Orchidées, elles échappent complétement à la loi, ainsi que les Tropæolées, plusieurs Anacardiées, Sapindacées, Tétragoniées, etc.

» Ces citations paraîtront suffisantes pour établir qu'il ne faut voir dans la loi rappelée plus haut que l'expression d'un état de choses tout juste assez commun pour que les botanistes aient à en tenir compte. La loi formulée sur l'androcée s'appliquerait avec plus de justesse à la corolle, dont les pétales naissent à la fois dans plusieurs cas où l'apparition des étamines est successive (Tropæolées, Labiées, Cyrtandracées, plusieurs Acanthacées, Scrofulariées, etc.) ; mais ici même des réserves doivent être faites. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les poussières atmosphériques;* par M. G. TISSANDIER. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Decaisne, Pasteur, Peligot, Trécul.)

« Le travail que nous avons entrepris a eu pour but de déterminer la

proportion des corpuscules solides contenus dans un volume d'air connu, et de rechercher la composition chimique des poussières aériennes.

» 1° *Dosage des poussières en suspension dans l'air.* — L'appareil est composé d'un aspirateur à eau qui fait passer l'air extérieur, bulle à bulle, à travers un tube à boules de Liebig, contenant de l'eau chimiquement pure, et à travers un tube en U renfermant un tampon de coton-poudre. L'aspirateur, exactement jaugé, permet de connaître le volume de l'air aspiré. Les poussières sont retenues dans l'eau distillée.

» Une première expérience a été exécutée le 28 juillet 1870, à une fenêtre de la rue Michel-le-Comte, à 3 mètres au-dessus du sol. Le temps était pur, l'air limpide; il avait légèrement plu la veille, les corpuscules aériens étaient peu abondants. En trois jours, nous avons fait passer dans l'appareil de Liebig et le filtre de coton-poudre 1 mètre cube d'air atmosphérique. Après l'expérience, l'eau contenant les poussières a été évaporée à siccité à la température de 100 degrés dans une capsule de platine et tarée à $\frac{1}{2}$ milligramme près. Le résidu sec pesait $0^{gr},0060$. Le coton-poudre, servant de témoin, a été dissous dans l'éther, sans laisser traces de substances solides.

» Le même dosage a été exécuté à plusieurs reprises dans des conditions atmosphériques différentes. Voici quelques-uns des résultats obtenus :

Poids de corpuscules contenus dans 1 mètre cube d'air à Paris.

Après une pluie abondante de la veille. (Juillet 1870.)	Après huit jours de sécheresse en été. (Juillet 1872.)	Dans des conditions atmosphériques normales. (Juin à juillet 1870, avril à novembre 1872.)
»	»	gr 0,0060
»	»	0,0075
$0^{gr},0060$	$0^{gr},0230$	0,0080

» La quantité de matières solides contenues dans un mètre cube d'air à Paris peut varier, d'après ces dosages, de 6 à 23 milligrammes. Pour apprécier la valeur de ces chiffres, nous prendrons le chiffre minimum $0^{gr},006$; et nous considérerons une masse d'air de 5 mètres d'épaisseur, sur l'étendue du Champ-de-Mars, qui a 500000 mètres carrés de surface. Cette masse d'air ne renferme pas moins de 15 kilogrammes de corpuscules. Si l'on faisait un calcul analogue pour l'atmosphère de Paris tout entier, c'est par centaines de kilogrammes qu'il faudrait parfois compter.

» 2° *Dimensions des poussières.* — Les poussières aériennes ont été mesurées à l'aide d'un micromètre de verre, où un millimètre est divisé en

100 parties égales ; quand elles sont formées de débris d'étoffe, de bois, de charbon, elles atteignent parfois une longueur de $\frac{1}{10}$ de millimètre ; quand elles sont constituées par des matières minérales, silice, etc., leur diamètre varie de $\frac{1}{100}$ à $\frac{1}{1000}$ de millimètre.

» 3° *Sédiment atmosphérique.* — Les poussières en suspension dans l'air n'y séjournent que sous l'influence de l'agitation de l'air : les plus ténues peuvent sans doute y être maintenues pendant un temps d'une assez longue durée; mais il tombe constamment de l'atmosphère un véritable sédiment.

» Les expériences ont été exécutées parallèlement, à Paris et aux environs. Dans les deux localités que nous avons choisies, une grande feuille de papier collé, parfaitement lisse, de 1 mètre carré de superficie, maintenue sur un châssis, était exposée à l'air, dans une position horizontale; cette surface de papier, placée sur un toit bien isolé, de 10 à 15 mètres de hauteur, y séjournait pendant la durée d'une nuit calme. Le matin, les corpuscules déposés pendant la nuit, et en partie visibles à l'œil nu, étaient réunis à l'aide d'un pinceau fin. Il nous a toujours été possible, malgré des pertes inévitables, d'en recueillir dans la proportion de $0^{gr},0015$ à $0^{gr},0035$.

» En prenant comme moyenne un poids de sédiment de $0^{gr},002$ tombant en douze heures sur 1 mètre carré, on voit que, sur une surface comme celle du Champ-de-Mars, c'est un poids de 2 kilogrammes de corpuscules aériens qui se déposent en vingt-quatre heures.

» 4° *Composition chimique des poussières atmosphériques.* — Nous avons soumis à l'analyse les poussières extraites de l'air par l'aspirateur ainsi que celles déposées spontanément. Nous avons trouvé qu'elles offrent la composition suivante :

Matières organiques, brûlant avec éclat..........	25	à	34
Matières minérales (cendres)....................	75	à	66
	100		100

» Les réactions opérées sur quelques milligrammes de substance ne pouvaient permettre des dosages. Nous avons reconnu dans les cendres des sels solubles dans l'eau, contenant du chlore, de l'acide sulfurique, des traces d'acide nitrique. Nous avons presque toujours décelé, dans les matières solubles dans l'acide chlorhydrique, la présence du fer au moyen de la coloration rose donnée par le sulfocyanure de potassium, et quelquefois même par la formation de bleu de Prusse sous l'action du cyanoferrure de potassium. La chaux et la silice ont toujours été reconnues.

» Pour confirmer ces résultats, nous avons analysé de la poussière recueillie à une certaine hauteur sur des monuments, et notamment à 60 mètres de haut dans une des tours de Notre-Dame, où personne n'avait pénétré depuis plusieurs années. Les marches étaient couvertes d'une couche de poussière grisâtre très-ténue, de 1 millimètre au moins d'épaisseur. Cette poussière ne pouvait avoir été apportée là que par l'air, s'engouffrant à travers les étroites ouvertures des fenêtres. Sa composition représente bien celle des corpuscules aériens. L'analyse faite sur 5 grammes a donné les résultats suivants :

Matières organiques très-combustibles, riches en carbone, brûlant avec éclat...			32,265
Matières minérales..	solubles dans l'eau (chlorures et sulfates alcalins et alcalino-terreux, nitrate d'ammoniaque)............		9,220
	solubles dans l'acide chlorhydrique...	sesquioxyde de fer.........	6,120
		carbonate de chaux.........	15,940
		carbonate de magnésie, traces de phosphates, alumine, etc.	2,121
	insolubles dans l'acide chlorhydrique (essentiellement formées de silice)............................		34,334
			100,000

» Un grand nombre d'échantillons recueillis dans diverses localités nous ont permis de constater la présence de la plupart des substances ci-dessus; et notamment celle du fer a toujours été manifeste dans un proportion importante.

» *Conclusion.* — On voit que la proportion de matières solides en suspension dans l'air, ou tombant à l'état de sédiment, est assez considérable pour jouer un rôle réel dans la physique du globe terrestre. Nos résultats démontrent que les poussières aériennes sont formées environ de un tiers de substances organiques très-combustibles et de deux tiers de matières minérales. Nous croyons enfin devoir insister particulièrement sur la présence du fer, que nous avons rencontré en proportion notable dans les échantillons de poussières que nous avons examinés. Il y a longtemps déjà que nous avions cru pouvoir attribuer à ce métal une origine cosmique. Après les belles études de M. Nordenskiöld, nous croyons pouvoir affirmer qu'une partie des corpuscules aériens flottant dans l'atmosphère proviennent des espaces planétaires. »

CHIMIE. — *Recherches sur la formation du superphosphate de chaux;* par M. J. KOLB.

(Commissaires : MM. Peligot, Thenard.)

« L'industrie des superphosphates, si importante aujourd'hui, naquit en 1840, d'un conseil que donna Liebig, d'arroser les phosphates avec de l'acide sulfurique, afin de les rendre en partie solubles. On admit la réaction suivante :

$$PhO^5, 3CaO + 2(SO^3, HO) = PhO^5, CaO, 2HO + 2CaO, SO^3,$$

et l'on attribua depuis à des causes accidentelles la variété de certains résultats obtenus. De nombreuses expériences me font penser que les choses ne se passent pas aussi simplement, et je vais tâcher de le démontrer.

» Prenons 1 équivalent de phosphate tribasique pur et 2 équivalents d'acide sulfurique à 53 degrés, et mélangeons intimement. Nous constatons d'abord que la température s'élève de 120 à 150 degrés, que nous opérions en petit ou sur une grande échelle. Dans ces conditions, peut-il se former du phosphate acide? Il est évident que non, pour trois raisons :

» La première, c'est que le phosphate monocalcique, même en dissolution, soumis à une température de 100 degrés, se décompose partiellement, comme je l'ai constaté, et donne un précipité de pyrophosphate bicalcique.

» La deuxième, c'est qu'entre 120 et 150 degrés le plâtre devient anhydre, et je me suis assuré que celui-ci décompose également le phosphate monocalcique, même en dissolution, en absorbant l'eau nécessaire à l'existence de ce dernier.

» Enfin la troisième raison, c'est que, quand on met en contact de l'acide sulfurique avec un mélange de phosphates monocalcique et tricalcique, l'acide laisse le phosphate tricalcique parfaitement intact, et décompose tout d'abord le phosphate monocalcique,

$$SO^3 + Aq + PhO^5, CaO, 2HO = PhO^5 + Aq + CaO, SO^3.$$

Donc, quand on verse peu à peu de l'acide sulfurique sur du phosphate tricalcique, comme cela se fait dans l'industrie, les premières portions de phosphate acide, s'il s'en formait de suite, se trouveraient en contact avec de l'acide sulfurique, et seraient décomposées par lui, si elles ne l'étaient par la chaleur ou par le plâtre anhydre.

» Que se passe-t-il donc quand on verse de l'acide sulfurique sur du phosphate tribasique, et le superphosphate ne serait-il, comme le pense M. Dehérain, que de l'acide phosphorique, empâté dans du plâtre? Cet acide libre a déjà été signalé dans les superphosphates par MM. Millot et Joulie, mais simplement comme un accident dû à des réactions secondaires et partielles.

» En prenant 100 parties de phosphate tribasique de chaux et 95 parties d'acide sulfurique à 53 degrés, on se trouve dans les conditions de la formule suivante :

$$6(SO^3Aq) + 2(PhO^5 3CaO) = 2PhO^5 + 6(CaO, SO^3) + Aq;$$

l'expérience me donne 43 à 44 d'acide phosphorique libre : la formule en donnerait théoriquement 45,7.

» M. Dehérain aurait donc raison, si l'on employait de semblables proportions; mais cela n'a pas lieu, et l'on n'aurait ainsi qu'une masse boueuse et invendable. Dans la pratique, je l'ai dit, on base ses proportions sur la formule

$$2(SO^3Aq) + PhO^5, 3CaO.$$

En prenant des produits purs, calculés sur cette formule, et en analysant le résultat, d'abord quelques instants après le broyage et le mélange intime, pendant qu'il est encore chaud, puis, après des intervalles successifs de quarts d'heure ou d'heures, j'ai constaté que la présence de l'acide phosphorique libre, d'abord très-considérable, va sans cesse en diminuant, tandis que celle du phosphate acide de chaux, insignifiante au début, suit une marche croissante et inverse de celle de l'acide phosphorique libre.

» Il est donc évident qu'il se forme d'abord de l'acide phosphorique, et que ce n'est que peu à peu que celui-ci se transforme en phosphate acide. Triplons la formule $2(SO^3Aq) + PhO^5 3CaO$, pour la rendre comparable à celle qui la précède, nous aurons

$$6(SO^3Aq) + 3(PhO^5 3CaO),$$

ce qui peut s'écrire

$$6(SO^3Aq) + \left\{\begin{matrix} 2PhO^5, 3CaO \\ PhO^5, 3CaO \end{matrix}\right\} = 6CaO, SO^3 + Aq + \left\{\begin{matrix} 2PhO^5 \\ PhO^5, 3CaO \end{matrix}\right\}.$$

C'est, pour moi, la seule manière d'expliquer les 49 pour 100 de l'acide phosphorique total, qu'on trouve à l'état de liberté quelques instants après le mélange.

» Que se passe-t-il ensuite? Sans embarrasser la démonstration par la répartition de l'eau, je remarque que la formule précédente laisse en présence de l'acide phosphorique et du phosphate tribasique.

» D'après le remarquable travail de M. Joulie, auquel nous devons une précieuse et rapide méthode de dosage des phosphates, l'acide phosphorique libre transforme le phosphate tribasique en phosphate bibasique. Ayant voulu vérifier le fait, j'ai été fort surpris de trouver un résultat tout différent, ce qui m'a fait recommencer l'expérience un grand nombre de fois, en variant les proportions et la concentration de l'acide. Tous mes essais se sont trouvés très-concordants et permettent d'affirmer qu'à la température ordinaire l'acide phosphorique, même en présence d'un excès de phosphate tribasique, donne du phosphate monocalcique,

$$2PhO^5 + PhO^5, 3CaO + Aq = 3(PhO^5, CaO, 2HO + Aq.$$

Il n'en est plus de même à chaud; le phosphate monocalcique se décompose, à mesure qu'il se forme, en acide libre et en pyrophosphate bicalcique.

» Il en résulte donc, pour moi, que la formation d'un superphosphate se compose de deux phases : 1° mise en liberté des deux tiers de l'acide phosphorique; 2° attaque du phosphate tribasique, resté intact, par l'acide libre formé dans la première phase.

» Il n'y a pas, bien entendu, un intervalle tranché entre ces deux phases; la première est très-rapide, même avec les phosphates en apparence les plus réfractaires (pourvu qu'ils soient finement broyés); quant à la seconde, elle est plus lente; l'acide phosphorique, s'il attaque rapidement le phosphate tribasique récemment précipité, possède une action bien moins énergique que l'acide sulfurique, à mesure que les phosphates sont plus durs et plus résistants, et ce dernier fait, très-important, jette quelque jour sur ce qui se passe dans la préparation des superphosphates.

» En effet, si le phosphate est très-attaquable, les deux phases se feront très-rapidement, souvent même trop rapidement, et la chaleur dégagée par la première nuira à la seconde, en créant des pyrophosphates; mais on ne trouvera plus d'acide phosphorique libre.

» Si, au contraire, le phosphate est d'une attaque difficile, la première phase se fera à peu près complétement, mais la seconde sera lente et incomplète; le produit restera longtemps pâteux, l'acide phosphorique attirera l'humidité de l'air, s'affaiblira, et le produit obtenu conservera indéfiniment une certaine quantité d'acide phosphorique libre et de phosphate

inattaqué. On dit alors que l'acide sulfurique a mal attaqué ; ce qui est inexact, car on n'y trouve souvent plus trace d'acide sulfurique libre.

» Jusqu'ici, je n'ai pas parlé de la concentration de l'acide à employer. On se sert avec raison d'acide à 53 degrés, c'est-à-dire à 4 équivalents d'eau ; car il faut non-seulement fournir l'eau nécessaire à l'hydratation du plâtre, mais aussi celle qui est indispensable à l'existence du phosphate monocalcique, c'est-à-dire à la formule déterminée par M. Joulie,

$$(PhO^5, CaO, 2HO) + 2HO.$$

Le résultat final théorique s'obtient donc par les proportions suivantes :

$$PhO^5, 3CaO + 2(SO^3, 4HO)$$
$$= (PhO^5, CaO, 2HO) + 2HO + 2(CaO, SO^3, 2HO).$$

Si nous prenons de l'acide concentré, que va-t-il se passer ?

$$3(PhO^5, 3CaO) + 6(SO^3, HO)$$
$$= 2(PhO^5, 3HO) + PhO^5, 3CaO + 6(CaO, SO^3);$$

» 1° Ou bien les choses resteront telles quelles, et je ne le pense pas, car 30 pour 100 de l'acide phosphorique devraient alors rester à l'état de liberté tant qu'il n'intervient pas d'humidité ou d'eau étrangère, et jamais je n'ai constaté semblable résultat.

» 2° Ou bien l'acide phosphorique réagit sur le phosphate,

$$2(PhO^5, 3HO) + PhO^5, 3CaO = 3(PhO^5, CaO, 2HO;$$

mais le phosphate monocalcique ainsi formé serait immédiatement décomposé par le plâtre anhydre, et l'on se trouve, comme je l'ai souvent constaté, en présence d'un produit où l'acide sulfurique libre a complétement disparu et où il n'existe cependant que de très-minimes quantités d'acide phosphorique ou de phosphate soluble.

» On pourrait encore supposer qu'il y a, dans ce cas, formation de bisulfate de chaux :

$$3(PhO^5, 3CaO + 6(SO^3 HO)$$
$$= 3(CaO, HO, 2SO^3) + 2(PhO^5, 3CaO) + PhO^5, 3HO;$$

je l'avais d'abord cru, mais dans ce cas le traitement par l'alcool devrait laisser en dissolution dans ce réactif la moitié de l'acide sulfurique employé, et nombre d'expériences faites dans ce sens ne m'ont jamais rien donné de semblable. »

M. **Kolb** adresse, en outre, une Note relative à un procédé d'analyse des superphosphates.

Ces deux Notes seront soumises à l'examen d'une Commission formée de MM. Peligot et P. Thenard.

M. **Delafond** adresse un troisième Mémoire, faisant suite à sa théorie des points conjugués et des pôles de la droite.

(Commissaires : MM. Chasles, Hermite, Bonnet.)

M. **Hartsen** adresse une Note relative à diverses questions d'analyse chimique végétale.

Cette Note comprend, en particulier : 1° des recherches sur le Lierre (*Hedera helix*) et l'indication d'une substance nouvelle, voisine de la saponine; 2° une étude sur les matières colorantes des fruits du *Solanum nigrum*, du Troène du Japon et du Laurier-Thym; 3° l'indication d'une substance nouvelle découverte dans les Champignons, *Rhizopogon;* 4° une étude sur l'acide agaricique.

(Commissaires : MM. Brongniart, Decaisne, Fremy.)

M. G. **Jeannel** adresse à l'Académie quelques documents sur l'état actuel des instruments des stations météorologiques françaises sur le canal de Suez, et sur les observations faites jusqu'ici dans ces stations. Il y joint quelques indications sur les modifications à apporter dans ce service, pour lui faire produire les résultats désirables.

Cette Lettre sera soumise à l'examen de M. de Lesseps.

M. M. **Girard** se met à la disposition de l'Académie pour les recherches à effectuer sur le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

L'Académie reçoit un certain nombre de Communications relatives au Phylloxera, et en particulier :

De M. **Combe d'Alma**, un procédé consistant dans l'injection de l'essence de térébenthine;

De M. L. **Mauduit**, l'indication de l'influence du *Madia sativa;*

De M. **Masson**, une Note attribuant au guano l'origine du Phylloxera;

De M. **A. Jeannolle**, l'indication de l'emploi du coaltar saturé de chlore;

De M. **Charmet**, une Note sur un insecticide-engrais;

De M. **L. Petit**, une Note sur les effets salutaires déjà constatés dans des vignes traitées par le goudron de houille : ces vignes comprennent jusqu'à cinquante mille souches;

De M. **L. Lille**, l'indication d'expériences qui l'ont conduit à un procédé nouveau ;

De M. **É. Estingoy**, une nouvelle Note relative aux recherches dont il est l'auteur;

De M. **G. Bord**, une Note sur l'emploi d'un mélange formé de cendres de foyer, noir animal vierge, plâtre frais, sulfate d'ammoniaque, etc.;

De M. **Ch. Nédey**, une Note relative à l'emploi de l'huile de coco;

De M. **J.-B. Picot**, une Note sur « une cause occasionnelle du Phylloxera, et son remède. »

Ces diverses Communications sont renvoyées à la Commission du Phylloxera.

M. **P. Thenard** présente, à propos des Communications précédentes, les observations qui suivent :

« Puisque, pour la destruction du Phylloxera, on revient sur l'emploi des produits de la distillation de la houille, qu'il me soit permis de rappeler qu'au mois de juillet 1869, quand j'opérais moi-même à Bordeaux avec le sulfure de carbone, M. Rommier, qui a fait un grand nombre d'excellents travaux sur les divers produits de la houille, m'écrivait à ce moment pour me conseiller les alcalis du goudron de houille. A ce propos, il en prépara des quantités déjà importantes dans une cuve placée aux pieds de ceps de vigne qui en furent inondés et n'en souffrirent nullement.

» Ces préparations furent expédiées à M. le D[r] Chaigneau, à Bordeaux, et à la Société d'Agriculture de la Gironde.

» Que sont-elles devenues? on ne les a certainement pas employées; cela est vraiment fâcheux, et je crois qu'on devrait essayer l'idée de M. Rommier. M. le Secrétaire perpétuel pourrait faire préparer de ces alcalis dans les usines à gaz de Paris; M. Rommier se mettrait entièrement à sa disposition. »

M. **Chapelas** adresse des spécimens des tableaux et des cartes dans lesquels il se propose de grouper les observations faites, depuis quarante ans, par M. Coulvier-Gravier et par lui, sur les étoiles filantes. Il exprime le désir de connaître, avant de continuer ce travail, l'opinion de l'Académie sur la disposition de ces tableaux et sur l'ensemble du travail lui-même.

(Commissaires : MM. Becquerel, Élie de Beaumont, Faye, Serret, Pâris.)

M. **Ch. Gaveau** adresse une Note, accompagnée d'un dessin, sur un procédé d'aérostation.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Deux brochures de M. *Baudrimont*, intitulées « Étude des différents sols du département de la Gironde » et « Observations sur la composition des guanos »;

2° La question monétaire, de M. *C. Roswag;*

3° Des études historiques, sur les Atlantes; par M. *Roisel;*

4° Le Cartésianisme, ou la véritable rénovation des sciences; par M. *Bordas-Dumoulin* (nouvelle édition);

5° Une brochure de MM. *Ed. Cros* et *Ch.-H. Cros,* intitulée « Pandynamisme et panthéisme, à propos de force et matière »;

6° Un ouvrage de M. *Maurice Girard*, portant pour titre « Les explorations sous-marines ».

GÉOMÉTRIE. — *Sur les systèmes de courbes planes, algébriques ou transcendantes, définies par deux caractéristiques.* Note de M. **Fouret**, présentée par M. Chasles.

« La notion des systèmes de courbes, introduite dans la science, il y a une dizaine d'années, par M. Chasles, a conduit, comme on le sait, à des résultats fort nombreux et d'une importance capitale dans la théorie des courbes algébriques. M'étant demandé si certains groupes des courbes transcendantes ne seraient pas susceptibles d'être définis, comme les sys-

tèmes de courbes algébriques, au moyen de deux caractéristiques μ et ν, représentant respectivement les nombres de courbes d'un pareil groupe, passant par un point quelconque et touchant une droite quelconque, j'ai reconnu qu'il existe effectivement de tels systèmes de courbes transcendantes, et que ceux-ci se distinguent par cette propriété, que les courbes qui les composent ont une même équation différentielle algébrique.

» On peut, dès lors, considérer tous les systèmes de courbes algébriques, qui ont les mêmes caractéristiques μ et ν, comme des cas particuliers d'un système plus général, comprenant ces systèmes de courbes algébriques et d'autres systèmes composés de courbes transcendantes.

» Ce système général (μ, ν) est défini par une équation différentielle, algébrique, entière et rationnelle, de la forme

$$\Phi[(x, y)_\nu, (\alpha, \beta)_\mu] = 0, \tag{1}$$

dans laquelle

$$\begin{cases} \alpha = \dfrac{dy}{dx} \\ \beta = y - x\dfrac{dy}{dx}. \end{cases} \tag{2}$$

» μ étant égal au degré du polynôme Φ par rapport à l'ensemble des variables α et β, ν au degré de ce même polynôme par rapport à l'ensemble des variables x et y.

» Le nombre des coefficients arbitraires de l'équation (1), prise dans toute sa généralité, se réduit, eu égard aux relations (2), à

$$\frac{(\mu+1)(\nu+1)(\mu+\nu+2)}{2} - 1.$$

» Tel est le nombre des conditions nécessaires pour définir un système général de courbes (μ, ν).

» Les considérations à l'aide desquelles nous avons établi l'équation (1) nous ont conduit à une nouvelle méthode d'intégration sur laquelle nous reviendrons prochainement.

» *Propriétés générales des systèmes de courbes.* — Parmi les propriétés des systèmes de courbes algébriques qui ont été établies par divers géomètres, les plus générales s'appliquent aux systèmes de courbes transcendantes.

» On peut même affirmer que toutes les propriétés des systèmes de courbes algébriques, dans lesquelles n'interviennent ni l'ordre, ni la classe, ni aucune des particularités de ces courbes, s'appliquent sans changement aux systèmes de courbes transcendantes. Nous étudierons ces questions avec

plus de détails dans un prochain travail, et nous terminerons cette Note en donnant, à titre d'exemple, quelques théorèmes sur les systèmes généraux de courbes.

» I. *Étant donnés deux systèmes* (μ, ν) *et* (μ', ν') *de courbes algébriques ou transcendantes, et un segment ef, le lieu des points tels, que les tangentes à deux courbes de l'un et l'autre système divisent le segment ef dans un rapport anharmonique donné, est une courbe de l'ordre* $(2\mu\mu' + \mu\nu' + \mu'\nu)$, *qui a deux points multiples d'ordre* $\mu\mu'$ *en e et f.*

» Dans le cas où les points *e* et *f* sont les deux points circulaires à l'infini, le théorème I prend la forme suivante :

» II. *Étant donnés deux systèmes* (μ, ν) *et* (μ', ν'), *le lieu des points par chacun desquels passent deux courbes de l'un et de l'autre système, se coupant sous un angle donné de grandeur et de sens de rotation, est une courbe de l'ordre* $(2\mu\mu' + \mu\nu' + \mu'\nu)$, *qui a pour points multiples d'ordre* $\mu\mu'$ *les deux points circulaires à l'infini.*

» On peut aussi supposer dans le théorème I que les points *e* et *f* s'éloignent à l'infini dans deux directions rectangulaires, et que le rapport anharmonique soit égal à -1. Il en résulte le théorème suivant :

» III. *Étant donnés deux systèmes* (μ, ν) *et* (μ', ν'), *le lieu des points par chacun desquels passent deux courbes de l'un et l'autre système se coupant sous un angle dont la bissectrice est donnée de direction, est une courbe de l'ordre* $(2\mu\mu' + \mu\nu' + \mu'\nu)$, *qui a deux points multiples d'ordre* $\mu\mu'$ *à l'infini, l'un dans la direction de la bissectrice et l'autre dans la direction perpendiculaire.*

» Les points *e* et *f* étant quelconques, si l'on suppose le rapport anharmonique égal à l'unité, on voit immédiatement que la droite *ef* devient partie intégrante du lieu avec un degré de multiplicité égal à $\mu\mu'$. En faisant abstraction de cette droite, le théorème I devient le suivant :

» IV. *Étant donnés deux systèmes* (μ, ν) *et* (μ', ν') *de courbes algébriques ou transcendantes, le lieu des points de contact de deux courbes de l'un et l'autre système est une courbe de l'ordre* $(\mu\mu' + \mu\nu' + \mu'\nu)$.

» Les théorèmes précédents, d'une grande généralité, nous semblent nouveaux, même pour le cas des systèmes algébriques.

» On en déduit de nombreuses conséquences. Nous signalerons les suivantes :

» Si l'on suppose dans I, II, III et IV que le système (μ', ν') soit un faisceau de courbes du $m^{ième}$ ordre, sans singularités, on voit facilement, à

cause de $\mu' = 1$, $\nu' = 2(m-1)$, que les lieux I, II et III sont alors du degré $(2m\mu + \nu)$, et ont pour points multiples d'ordre μ les m^2 points fondamentaux du faisceau. Le degré du lieu IV se réduit à $(m\mu + \nu)$.

» Considérons une courbe U du $m^{ième}$ ordre, faisant partie du faisceau. Elle coupe les lieux I, II et III en $m(m\mu + \nu)$ points, et le lieu IV en $[(m-1)\mu + \nu]$ points, en dehors des m^2 points fondamentaux du faisceau. On obtient ainsi la généralisation, dans le cas des systèmes de courbes transcendantes, de quatre théorèmes déjà connus dans le cas des systèmes algébriques (1).

» Nous énoncerons les trois plus remarquables :

» 1° *Étant donnés un système* (μ, ν) *et une courbe* U *algébrique, du* $m^{ième}$ *ordre, sans singularités, il existe* $m(m\mu + \nu)$ *courbes du système, qui coupent* U *sous un angle donné de grandeur et de sens de rotation.*

» 2° *Il existe* $m(m\mu + \nu)$ *courbes du système coupant* U *sous un angle dont la bissectrice est donnée de direction.*

» 3° *Il existe* $m[(m-1)\mu + \nu]$ *courbes du système qui sont tangentes à* U.

» Je citerai encore le théorème suivant, qui comprend le théorème I comme cas particulier :

» V. *Étant donnés quatre systèmes généraux de courbes algébriques ou transcendantes* (μ_1, ν_1), (μ_2, ν_2), (μ_3, ν_3), (μ_4, ν_4), *le lieu des points en lesquels se coupent, suivant un rapport anharmonique donné, quatre courbes appartenant chacune à chacun des systèmes, est de l'ordre*

$$2\mu_1\mu_2\mu_3\mu_4 + \mu_2\mu_3\mu_4\nu_1 + \mu_3\mu_4\mu_1\nu_2 + \mu_4\mu_1\mu_2\nu_3 + \mu_1\mu_2\mu_3\nu_4.$$

» En remarquant que les tangentes d'une courbe de $n^{ième}$ classe forment un système, dont les caractéristiques sont $\mu = n$, $\nu = 0$, on obtient, comme conséquence du théorème qui précède, le suivant qui a été communiqué, par M. Chasles, à la séance du 2 mars dernier (t. LXXVIII, p. 584).

» *Le lieu d'un point d'où l'on peut mener à quatre courbes, de classes* n', n'', n''', n^{IV}, *quatre tangentes ayant un rapport anharmonique donné, est une courbe de l'ordre* $2n'n''n'''n^{IV}$.

» Je suis arrivé, pour les systèmes de surfaces algébriques ou transcendantes, à des résultats semblables à ceux que je viens d'exposer brièvement pour les systèmes de courbes. Je compte en faire l'objet d'une prochaine Note. »

(1) Voir, à ce sujet, *Comptes rendus*, t. LVIII, 1864, deux Communications de M. Chasles p. 297 et 425; une Note de M. de Jonquières, p. 535.

GÉOMÉTRIE. — *Condition explicite pour qu'une conique ait un contact du cinquième ordre avec une courbe donnée.* Note de M. **Painvin**, présentée par M. Chasles.

« 1. En appliquant la méthode que j'ai indiquée dans les séances du 5 janvier et du 9 février (*Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 55 et 436), j'ai été conduit aux résultats suivants :

» *Les points où une conique aura un contact du cinquième ordre avec une courbe donnée d'ordre m, $\varphi(x, y, z) = 0$, seront les intersections de la courbe donnée avec la courbe définie par l'équation suivante :*

$$(\mathrm{I})\quad \begin{vmatrix} x_0 & y_0 & z_0 \\ \frac{d\Theta}{dh_1} & \frac{d\Theta}{dh_2} & \frac{d\Theta}{dh_3} \\ \frac{d\Gamma}{d\varphi_1} & \frac{d\Gamma}{d\varphi_2} & \frac{d\Gamma}{d\varphi_3} \end{vmatrix} + \frac{(m)-1)(m-2)}{2} \begin{vmatrix} \frac{d\varphi}{dx_0} & \frac{d\varphi}{dy_0} & \frac{d\varphi}{dz_0} \\ \frac{dH}{dx_0} & \frac{dH}{dy_0} & \frac{dH}{dz_0} \\ \frac{d\Gamma}{dx_0} & \frac{d\Gamma}{dy_0} & \frac{d\Gamma}{dz_0} \end{vmatrix} + \frac{(2m-3)(3m-7)}{2} \begin{vmatrix} \frac{d\varphi}{dx_0} & \frac{d\varphi}{dy_0} & \frac{d\varphi}{dz_0} \\ \frac{dH}{dx_0} & \frac{dH}{dy_0} & \frac{dH}{dz_0} \\ \frac{d\Theta}{dx_0} & \frac{d\Theta}{dy_0} & \frac{d\Theta}{dz_0} \end{vmatrix} = 0.$$

» *L'équation de la conique surosculatrice correspondante est*

$$(\mathrm{II})\quad \left\{ x\frac{d\varphi}{dx_0} + y\frac{d\varphi}{dy_0} + z\frac{d\varphi}{dz_0} \right\}^2 + 2\mathrm{TC} = 0;$$

on a posé

$$(\mathrm{II}\ bis)\quad \begin{cases} \mathrm{T} = x\frac{d\varphi}{dx_0} + y\frac{d\varphi}{dy_0} + z\frac{d\varphi}{dz_0}, \\ \mathrm{C} = \frac{(m-1)^2}{18(m-2)\mathrm{H}^3}\left(\frac{\Theta}{m-1} + \frac{\Gamma}{3m-7}\right)\mathrm{T} - \frac{1}{3\mathrm{H}}\left(x\frac{d\mathrm{H}}{dx_0} + y\frac{d\mathrm{H}}{dy_0} + z\frac{d\mathrm{H}}{dz_0}\right). \end{cases}$$

» Voici la signification des notations adoptées :

$$(1^\circ)\quad \begin{cases} \varphi_1 = \frac{d\varphi}{dx_0}, & \varphi_2 = \frac{d\varphi}{dy_0}, & \varphi_3 = \frac{d\varphi}{dz_0}, \\ \varphi_{11} = \frac{d^2\varphi}{dx_0^2}, & \varphi_{12} = \frac{d^2\varphi}{dx_0\,dy_0}, & \varphi_{13} = \frac{d^2\varphi}{dx_0\,dz_0}, \ldots; \end{cases}$$

$$(2^\circ)\quad \mathrm{H} = \begin{vmatrix} \varphi_{11} & \varphi_{12} & \varphi_{13} \\ \varphi_{21} & \varphi_{22} & \varphi_{23} \\ \varphi_{31} & \varphi_{32} & \varphi_{33} \end{vmatrix};$$

$$(3^\circ)\quad \begin{cases} h_1 = \frac{d\mathrm{H}}{dx_0}, & h_2 = \frac{d\mathrm{H}}{dy_0}, & h_3 = \frac{d\mathrm{H}}{dz_0}, \\ h_{11} = \frac{d^2\mathrm{H}}{dx_0^2}, & h_{12} = \frac{d^2\mathrm{H}}{dx_0\,dy_0}, & h_{13} = \frac{d^2\mathrm{H}}{dx_0\,dz_0}, \ldots; \end{cases}$$

$$(4^\circ)\quad \Theta = \begin{vmatrix} \varphi_{11} & \varphi_{12} & \varphi_{13} & h_1 \\ \varphi_{21} & \varphi_{22} & \varphi_{23} & h_2 \\ \varphi_{31} & \varphi_{32} & \varphi_{33} & h_3 \\ h_1 & h_2 & h_3 & 0 \end{vmatrix}, \qquad \Gamma = \begin{vmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} & \varphi_1 \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} & \varphi_2 \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} & \varphi_3 \\ \varphi_1 & \varphi_2 & \varphi_3 & 0 \end{vmatrix};$$

$\dfrac{d\Theta}{dh_1},\ldots,\ \dfrac{d\Gamma}{d\varphi_1},\ldots$ sont des déterminants partiels de Θ et Γ.

» La forme que j'ai obtenue pour l'équation (I) diffère un peu de celle qui a été donnée par M. Cayley; cela tient à ce que j'ai introduit une fonction, Γ, distincte de celle que M. Cayley emploie; il me semble que le résultat se présente ainsi sous une forme plus symétrique et un peu plus simple.

» 2. Si la courbe donnée est de l'ordre m, l'équation (I) sera du degré $(12m - 27)$; d'après cela, le nombre $\mathfrak{N}$ des points que je nommerai *sextatiques,* en adoptant la dénomination de M. Cayley, sera

$$\mathfrak{N} = m(12m - 27).$$

Or je ferai remarquer que cette expression peut s'écrire

$$\text{(III)}\qquad \mathfrak{N} = 4[3m(m-2)] - 3m;$$

c'est-à-dire que :

» *Pour une courbe* GÉNÉRALE *d'ordre m, le nombre des points sextatiques est égal à quatre fois le nombre de ses points d'inflexion moins trois fois l'ordre de la courbe.*

» Cette relation se vérifie pour les courbes du troisième ordre de sixième et quatrième classe. De plus, j'ai appliqué les formules générales qui précèdent à une courbe particulière du quatrième ordre (j'indiquerai plus loin les propriétés auxquelles j'ai été conduit); cette courbe ne possède que six points d'inflexion, et j'ai trouvé douze points sextatiques; la formule (III) s'applique donc encore à ce cas particulier. Je me propose de revenir plus tard sur cette question.

» 3. La courbe à laquelle j'ai appliqué les équations générales qui précèdent est

$$aY^2Z^2 + bZ^2X^2 + cX^2Y^2 = 0,$$

ou, en choisissant convenablement les paramètres de référence (réels ou imaginaires)

$$(1)\qquad \varphi = y^2z^2 + z^2x^2 + x^2y^2 = 0;$$

la courbe φ est la transformée par inversion de la conique

$$(2)\qquad \omega = x^2 + y^2 + z^2 = 0.$$

Cette courbe possède trois points doubles ordinaires que je désignerai par A, B, C; c'est une variété des courbes unicursales du quatrième ordre à trois points doubles; la conique ω est conjuguée par rapport au triangle ABC.

» La courbe φ est de sixième classe; elle a six points d'inflexion et quatre tangentes doubles.

» La courbe hessienne de φ est du sixième ordre et de seizième classe; elle possède trente points d'inflexion et *sept points doubles ordinaires*, qui sont : A, B, C, et quatre autres points que je désignerai par ∂, ∂_1, ∂_2, ∂_3.

» Nommons Aa, Aa'; Bb, Bb'; Cc, Cc' les couples de droites

$$(3)\quad \begin{cases} Aa, & y-z=0, \\ Aa', & y+z=0; \end{cases} \quad \begin{cases} Bb, & z-x=0, \\ Bb', & z+x=0; \end{cases} \quad \begin{cases} Cc, & x-y=0, \\ Cc', & x+y=0; \end{cases}$$

a, a'; b, b'; c, c' étant les intersections des droites de chaque couple avec le côté opposé du triangle ABC.

» Les six droites (3) forment quatre systèmes de droites concourantes; ces quatre points de concours sont précisément les quatre points doubles de la hessienne.

» Les quatre tangentes doubles, que je désignerai par τ, τ_1, τ_2, τ_3, sont respectivement

$$(4)\qquad a'b'c',\quad a'bc,\quad ab'c,\quad abc';$$

chaque tangente double est la polaire, *par rapport au triangle* ABC, du point double correspondant ∂, ∂_1, ∂_2, ∂_3 de la hessienne.

» Les six tangentes à la courbe φ, aux points doubles A, B, C, touchent la conique ω; les cordes de contact, pour chaque couple, sont respectivement les côtés BC, CA, AB.

» Les huit points de contact des quatre tangentes doubles sont également sur la conique ω.

» 4. Voici maintenant les propriétés concernant les points sextatiques :

» 1° *La courbe φ possède douze points sextatiques; ces douze points sont distribués par couples sur les six droites* Aa, Aa', Bb, Bb', Cc, Cc', *qui déterminent les points doubles de la hessienne.*

» Je désignerai les points sextatiques par les lettres α, β, γ, et j'admettrai la distribution suivante :

$$(5)\quad \begin{cases} \alpha, \alpha_1 \ \text{sur}\ Aa; & \beta, \beta_1 \ \text{sur}\ Bb; & \gamma, \gamma_1 \ \text{sur}\ Cc; \\ \alpha', \alpha'_1 \ \text{sur}\ Aa'; & \beta', \beta'_1 \ \text{sur}\ Bb'; & \gamma', \gamma'_1 \ \text{sur}\ Cc'; \end{cases}$$

je représenterai par (α), (α_1),..., (β),... les coniques surosculatrices correspondantes.

» 2° *Les huit points sextatiques situés sur les droites* Bb, Bb', Cc, Cc' *sont en même temps situés sur une conique* $\mathfrak{D}_1$ *conjuguée par rapport au triangle* ABC *et touchant la conique* $\mathfrak{D}$ *aux points où cette dernière est touchée par les tangentes en* A *à la courbe* φ. *On a de la même manière deux autres groupements de huit points donnant lieu à deux autres coniques* $\mathfrak{D}_2$ *et* $\mathfrak{D}_3$; *les équations de ces trois coniques sont*

$$(6) \qquad \begin{cases} \mathfrak{D}_1 = -\frac{1}{2}x^2 + y^2 + z^2 = 0, \\ \mathfrak{D}_2 = x^2 - \frac{1}{2}y^2 + z^2 = 0, \\ \mathfrak{D}_3 = x^2 + y^2 - \frac{1}{2}z^2 = 0. \end{cases}$$

» *Les trois coniques* $\mathfrak{D}_1$, $\mathfrak{D}_2$, $\mathfrak{D}_3$ *sont inscrites dans le quadrilatère formé par les quatre tangentes doubles* τ, τ_1, τ_2, τ_3; *les quatre points de contact de la conique* $\mathfrak{D}_1$, *par exemple, avec ce quadrilatère, sont situés sur les droites* Aa, Aa'.

» 3° *Les quatre coniques surosculatrices* (α), (α_1), (α'), (α'_1) *sont doublement tangentes à une même conique* $\mathfrak{D}'_1$ *conjuguée par rapport au triangle* ABC *et touchant la conique* $\mathfrak{D}$ *aux points où cette dernière est touchée par les tangentes en* A *à la courbe* φ. *Une propriété semblable pour les deux groupes* $[\beta]$ *et* $[\gamma]$ *de quatre coniques surosculatrices.*

» 4° *Chaque conique surosculatrice rencontre la courbe* φ *en deux autres points distincts du point d'osculation; les droites qui joignent ces deux points d'intersection pour les coniques* (α) *et* (α_1) *passent par* a', *et sont conjuguées harmoniques par rapport aux deux droites* a'A *et* a'BC, *lesquelles constituent un système de sécantes communes aux deux coniques* (α) *et* (α_1). *Des propriétés semblables ont lieu pour les autres couples de coniques.*

» Les points a, a', b, b', c, c' ont un rôle important dans les propriétés de la courbe φ. Ainsi :

» *Les polaires d'un point quelconque de la droite* Aa, *soit par rapport à la courbe* φ, *soit par rapport à la hessienne, soit par rapport aux coniques* (α) *et* (α_1), *passent toutes par le point* a'.

» *Les points* A *et* a *sont deux des points de concours des quatre tangentes communes aux deux coniques* (α) *et* (α_1); *de même,* A *et* a' *sont deux des points de concours des quatre tangentes communes aux deux coniques* (α') *et* (α'_1).

» Je ne pousserai pas plus loin la nomenclature des propriétés nombreuses que présente le groupe des coniques surosculatrices à la courbe considérée. »

GÉOMÉTRIE. — *Deux théorèmes nouveaux sur la surface de l'onde;* par M. A. Mannheim. (Extrait d'une Lettre adressée à M. O. Bonnet.)

« ..... C'est dans une Lettre (1), que j'ai eu l'honneur de vous écrire en 1867, que j'ai fait connaître une *construction géométrique pour un point de la surface de l'onde, des centres de courbure principaux et des directions des lignes de courbures de cette surface.*

» Puisqu'aujourd'hui aussi il s'agit de la surface de l'onde, permettez-moi de m'adresser encore à vous, en vous priant, comme la première fois, de vouloir bien communiquer à l'Académie des résultats que je crois nouveaux.

» Prenons un ellipsoïde. Du centre o de cette surface menons un plan quelconque. Élevons du centre o une perpendiculaire à ce plan, et portons sur cette droite, à partir de o, des longueurs inversement proportionnelles aux axes de la section faite dans l'ellipsoïde par le plan sécant. Des extrémités des segments ainsi obtenus menons des plans parallèles à ce plan sécant.

» Tous les plans ainsi construits et que l'on obtient en faisant varier le plan sécant sont tangents à la surface de l'onde. Cette définition de la surface de l'onde, qui se présente tout d'abord en Optique, est celle dont je vais faire usage aujourd'hui.

» Théorème I. — *On mène à un ellipsoïde et à la surface de l'onde qui en dérive des plans tangents parallèles entre eux.*

» *Les diamètres de ces surfaces qui passent par les points de contact de ces plans et le diamètre perpendiculaire à ces plans tangents rencontrent l'un quelconque de ces plans en quatre points qui sont les sommets d'un rectangle; par suite, ces points sont sur une circonférence de cercle.*

» *Le diamètre perpendiculaire à ces plans et le diamètre passant par le point de contact du plan tangent à l'ellipsoïde contiennent les extrémités d'un diamètre de cette circonférence.*

» *Les traces de ces quatre diamètres sur un plan perpendiculaire au diamètre qui contient le point de contact du plan tangent à l'ellipsoïde sont aussi sur une circonférence de cercle.*

» Lorsqu'on mène en particulier un plan tangent à la surface de l'onde parallèlement au plan d'une section circulaire de l'ellipsoïde, ce plan tangent est un plan singulier qui touche la surface de l'onde suivant une ligne.

(1) Voir *Comptes rendus*, séance du 11 février 1867.

» D'après le théorème précédent, on retrouve immédiatement que cette ligne est une circonférence de cercle dont on a tout de suite un diamètre.

» THÉORÈME II. — *On donne un ellipsoïde et la surface de l'onde qui en dérive. On mène un diamètre quelconque* D *et les plans tangents à l'ellipsoïde et à la surface de l'onde aux points où ce diamètre rencontre ces surfaces. Les diamètres respectivement perpendiculaires à ces plans tangents et le diamètre* D *rencontrent un plan perpendiculaire à* D, *en quatre points qui sont les sommets d'un rectangle. Ces quatre points appartiennent alors à une circonférence de cercle.*

» *Les traces de ces quatre droites sur le plan tangent à l'ellipsoïde appartiennent aussi à une circonférence de cercle. Le point de contact de ce plan tangent et le pied du diamètre perpendiculaire à ce plan sont aux extrémités d'un diamètre de cette circonférence.*

» Lorsqu'on mène en particulier le diamètre D par un point conique de la surface de l'onde, cette surface a en ce point une infinité de plans tangents.

» D'après le théorème précédent, on retrouve immédiatement que ces plans enveloppent un cône du second ordre, et l'on a en même temps les directions des plans des sections circulaires de ce cône. »

ASTRONOMIE. — *Sur un cadran solaire grec trouvé, par M. O. Rayet, à Héraclée du Latmos.* Note de M. G. RAYET.

« M. Laussedat a décrit, dans les *Comptes rendus* du 25 juillet 1870, un fragment de cadran solaire conique trouvé à Oum-el-Awamid (Phénicie), par M. Renan, et est parvenu à faire une restitution presque complète de ce cadran. Le monument était des plus intéressants; car c'était le premier exemple connu d'un de ces cadrans solaires coniques que Vitruve avait mentionnés sans les décrire, et qui avaient fixé déjà l'attention de Delambre.

» Dans des fouilles que mon frère, M. O. Rayet, a faites l'an dernier à Héraclée du Latmos, il a retrouvé, dans un édifice qui servait probablement de lieu de réunion au sénat, un cadran solaire conique presque complet (il n'y manque que le style). Comme, à ma connaissance au moins, c'est le premier de ces instruments qui nous soit parvenu aussi entier, je demande à l'Académie la permission de le décrire en quelques lignes.

» Le cadran solaire d'Héraclée est taillé dans un bloc de marbre dont

la section longitudinale est un losange d'environ 39 centimètres de côté, et dont l'angle aigu égale 51 degrés. L'épaisseur est de 44 centimètres.

» Le bloc étant placé horizontalement, un angle aigu sur le sol et vers le nord, une des faces se trouve, à la latitude d'Héraclée, parallèle au plan de l'équateur. C'est cette face qui sert de base au cône circulaire droit dont la surface intérieure constitue le cadran solaire proprement dit. L'angle au sommet du cône étant égal au double de la latitude, une de ses génératrices est horizontale, et il est coupé par le plan horizontal supérieur du bloc de marbre suivant une parabole. L'extrémité du style correspondait au point de l'axe du cône qui est dans le plan de la face supérieure. Sur la surface conique se trouve tracé le système des courbes des heures temporaires.

» Tout ceci est conforme à ce que M. Laussedat avait si savamment retrouvé sur le fragment de Phénicie; mais ce qui donne une importance particulière au cadran d'Héraclée, c'est qu'on y trouve sept arcs de cercle, parallèles à la base équatoriale et (à très-peu de chose près) espacés de manière à être parcourus par l'ombre de la pointe du style, lorsque le Soleil se trouvait au milieu de chacun des douze signes successifs du Zodiaque.

» Une autre particularité fort remarquable est que, outre ce cadran principal dirigé vers le sud et indiquant l'heure temporaire tous les jours de l'année, on trouve sur la face nord du bloc de marbre un second cadran solaire tracé sur un tronc de cône très-évasé; c'est aussi un cadran conique, mais l'angle au sommet du cône n'est pas double de la latitude. Les astronomes grecs savaient donc que cette condition n'était pas indispensable à la construction du cadran.

» Une inscription en deux lignes, placée au-dessous du cadran principal, nous apprend que ce petit monument avait été dédié « au roi Ptolémée » par Apollonios, fils d'Apollodote, et construit par Thémistagoras d'Alexandrie, fils de Méniskos :

ΒΑΣΙΛΕΙΠΤΟΛΕΜΑΙΩΙΑΠΟΛΛΩΝΙΟΣΑΠΟΛΛΟΔΟΤΟΥ
ΘΕΜΙΣΤΑΓΟΡΑΣΜΕΝΙΣΚΟΥΑΛΕΞΑΝΔΡΕΥΣΕΠΟΙΕΙ.

Ni Apollonios, ni Thémistagoras ne sont connus; quant au Ptolémée mentionné dans l'inscription, puisque ce cadran solaire a été construit non pas pour la latitude d'Alexandrie, mais pour celle de l'Asie mineure et d'Héraclée, ce ne peut être qu'un des Lagides qui ont étendu leur domination sur cette contrée, c'est-à-dire soit Ptolémée Soter (308-285), soit Ptolémée

Philadelphe (285-247), soit son successeur Ptolémée Évergète (247-222); Ptolémée Philadelphe était non-seulement protecteur des astronomes et des mathématiciens, dont il réunit un grand nombre autour de lui, mais astronome lui-même : il est donc plus naturel de penser que c'est à lui que le cadran solaire d'Héraclée était dédié. On peut donc affirmer, sinon avec une complète certitude, du moins avec une grande vraisemblance, qu'il appartient à la première moitié du IIIe siècle avant notre ère.

» La forme des caractères confirme pleinement cette hypothèse. »

PHYSIQUE. — *Sur l'aimantation de l'acier*. Note de M. **E. Bouty**, présentée par M. Jamin.

« 1. Nous supposerons que le circuit ne comprend qu'une pile à courant constant et la bobine dans laquelle on aimante.

» Quand une aiguille d'acier récemment trempée est introduite lentement dans la bobine, elle acquiert, au bout d'un temps qui ne paraît pas dépasser celui de l'introduction, un magnétisme total déterminé. Quand on extrait ensuite l'aiguille, lentement, elle conserve un certain magnétisme résiduel. La répétition du passage accroît le magnétisme total et le magnétisme résiduel. Celui-ci tend, par des passages répétés, vers une limite A, et le moment magnétique y au bout de x passages est assez bien représenté par la formule empirique

$$y = A - \frac{B}{x}, \tag{1}$$

où A — B représente le moment magnétique résiduel après le premier passage.

» Le curieux accroissement dont il est ici question dépend essentiellement de l'intermittence de l'action du courant, puisque la prolongation du courant ne saurait la produire. On ne peut l'attribuer à l'action des courants induits produits par l'introduction et la sortie de l'aiguille : on vérifie directement que ceux-ci sont beaucoup trop faibles pour modifier l'aimantation. Il faut donc admettre que l'équilibre magnétique qui succède à l'action du courant modifie la distribution du magnétisme dans l'aiguille dans un sens tel, qu'une deuxième application de la même force, agissant dans les mêmes conditions, peut ajouter au magnétisme total et résiduel.

» Trois autres procédés peuvent être employés pour aimanter l'aiguille dans la bobine :

» 1° On introduit l'aiguille; on établit le courant et l'on retire l'aiguille lentement. (Établissement.)

» 2° On introduit lentement l'aiguille, le courant passant; on interrompt le courant, et l'on retire l'aiguille. (Interruption.)

» 3° On introduit l'aiguille; on établit, et l'on interrompt le courant; on retire l'aiguille. (Décharge disruptive.)

» La répétition de chacun de ces procédés fournit une augmentation du moment magnétique de l'aiguille, et, pourvu que toutes les opérations effectuées soient de même espèce et faites dans des conditions identiques, les résultats de l'expérience sont bien représentés par une formule hyperbolique telle que la formule (1); mais la limite A n'est pas exactement la même, suivant le procédé que l'on emploie : celle qui correspond aux passages est la plus élevée.

» 2. Quand le circuit comprend deux bobines P et Q, l'effet des extra-courants complique les phénomènes observés. Supposons, pour fixer les idées, la bobine P beaucoup plus puissante que Q. Si les deux bobines sont placées à la suite l'une de l'autre, on observe qu'une aiguille aimantée par un grand nombre de passages à la bobine Q, jusqu'à la limite correspondante, éprouve un vif accroissement par l'interruption du courant. L'accroissement obtenu dans P, dans les mêmes circonstances, est insignifiant. Ainsi l'extra-courant direct de P est sensible dans Q, celui de Q dans P; mais l'extra-courant de chaque bobine est un fait qui lui est absolument extérieur.

» Les résultats obtenus, en plaçant les deux bobines en dérivation l'une par rapport à l'autre, confirment cette conclusion.

» 3. Un condensateur C, placé dans un circuit sur une dérivation sans résistance, produit, quand on interrompt le circuit sur la dérivation, un véritable extra-courant direct dans tout le reste du circuit, et de même un extra-courant inverse quand on le rétablit. En effet les points de bifurcation A et B sont au même potentiel quand le courant passe, puisque la dérivation est sans résistance, et, par suite, le condensateur n'est point chargé; la différence du potentiel en A et B est égale à la force électromotrice de la pile P quand le courant est interrompu. Le condensateur se décharge donc pendant la période d'établissement du circuit et se charge lors de l'interruption, ce qui produit les extra-courants.

» L'analogie signalée entre une bobine et un condensateur m'a engagé à étudier l'aimantation dans le cas où le circuit contient une bobine et un condensateur. Ce cas est réalisé dans la bobine de Ruhmkorff. Le conden-

sateur s'y trouve placé sur une dérivation sans résistance, sur laquelle sont pratiquées les interruptions.

» Le condensateur que j'ai employé est celui d'une bobine de Ruhmkorff, dans laquelle la distance explosive est de 3 à 4 centimètres. Un tel condensateur se comporte, au point de vue de la production des extra-courants, comme une bobine de puissance négligeable; mais on voit apparaître, lors de l'interruption, un nouvel effet qui ne se présente pas dans le cas de deux bobines. L'extra-courant direct de la bobine charge très-fortement le condensateur, qui perd immédiatement après son excédant de charge, lançant dans la bobine un courant de sens contraire à celui de la pile. Celui-ci désaimante partiellement les aiguilles aimantées dans la bobine par une série de passages.

» On peut substituer, à la disposition de Ruhmkorff, une autre disposition, qui consiste à placer la bobine sur la dérivation et à pratiquer l'interruption sur le circuit principal. Les résultats sont absolument les mêmes. Dans les deux cas, la désaimantation observée est très-faible si la bobine est faible, et d'autant plus forte que la bobine est plus puissante : c'est un effet réflexe de la bobine sur elle-même.

» 4. Quand le circuit comprend deux bobines, l'introduction lente d'un noyau de fer doux dans l'une des deux bobines, ou son extraction, est sans effet appréciable sur le magnétisme d'une aiguille placée dans l'autre bobine. Nous étions donc fondé à négliger l'effet des courants induits dans le cas du passage lent d'une aiguille dans une spirale.

» Mais si l'on introduit lentement le noyau de fer doux, et qu'on le retire brusquement, le courant induit direct augmente le moment magnétique de l'aiguille placée dans la seconde bobine. La répétition de la même opération fait tendre le moment de l'aiguille vers une limite dont il se rapproche très-rapidement. La formule

$$y = A + B(1 - e^{-\alpha x}), \tag{2}$$

où A, B et α sont des constantes, paraît très-bien convenir à la représentation du moment magnétique y après x passages.

» Les résultats sont les mêmes quand le circuit comprend un électro-aimant dont on arrache vivement le contact.

» 5. Les faits suivants ont été observés avec une pile au bichromate de potasse, montée depuis plusieurs jours et présentant, par conséquent, le phénomène de la polarisation des électrodes.

» Avec une seule bobine, l'établissement du courant accroît le moment

magnétique d'une aiguille aimantée par des passages d'une quantité plus ou moins considérable, souvent énorme : le courant possède donc, au moment de sa fermeture, une intensité beaucoup plus grande que celle qu'il conserve un instant après. Quand la résistance de la spirale augmente, la polarisation diminue et l'effet propre de l'établissement tend à disparaître.

» Quant aux interruptions, elles n'ont pas d'effet bien marqué sur les aiguilles, tout au moins tant que la résistance de la bobine n'est pas très-forte. Mais, dans ce dernier cas, si l'on introduit dans la bobine une aiguille fortement aimantée, avec son pôle austral à gauche du courant principal, on obtient toujours, par l'interruption, une diminution du moment magnétique de l'aiguille. L'extra-courant direct de la bobine, sans effet dans son intérieur, augmente momentanément la polarisation de la pile, d'où courant de dépolarisation très-sensible à la suite de l'interruption : ce courant désaimante partiellement les aiguilles. On a donc affaire ici à une action réflexe, analogue à celle du condensateur de la bobine de Ruhmkorff, quoique incomparablement plus faible.

» Si le circuit contient deux bobines, l'une A très-forte, l'autre B très-faible, l'extra-courant direct de A et l'action réflexe provenant de la polarisation se succèdent dans B et produisent un effet très-bizarre. L'interruption du circuit augmente beaucoup le moment magnétique d'une aiguille aimantée dans B à la limite qui correspond aux passages; mais la même opération diminue le moment d'une aiguille fortement aimantée placée dans B avec son pôle austral à gauche du courant principal.

» On voit par cet exemple que, dans certains cas, on peut analyser un courant instantané complexe au moyen de l'action magnétique exercée par le courant sur des aiguilles d'acier aimantées ou non aimantées. »

PHYSIQUE. — *Effets calorifiques du magnétisme dans un électro-aimant à plusieurs pôles.* Note de M. A. Cazin, présentée par M. Jamin.

« J'ai observé les effets calorifiques qui accompagnent la disparition du magnétisme dans le noyau d'un électro-aimant rectiligne, présentant plusieurs *points conséquents*, et je suis arrivé à une loi très-simple :

» *Lorsqu'un noyau de fer rectiligne est aimanté par une suite de bobines identiques, parcourues par le courant dans des sens alternativement opposés, et que ces bobines déterminent des concamérations égales, les quantités de chaleur créées dans le noyau par la disparition du magnétisme sont inversement proportionnelles aux carrés des nombres de concamérations.*

» L'appareil dont j'ai fait usage est une sorte de thermomètre différentiel à air, dont les réservoirs sont formés par des cylindres de fer ayant 42 centimètres de longueur, 5 centimètres de diamètre et environ 2 millimètres d'épaisseur. Les bases de ces cylindres sont fermées par des plaques de cuivre. Un tube de verre, ayant un diamètre intérieur de 2 millimètres, recourbé en U et contenant de l'eau, réunit les deux cylindres : il sert de manomètre pour mesurer la différence de pression H qui s'établit entre les deux réservoirs, lorsque l'un d'eux est échauffé, et s'il s'agit d'effets thermiques relatifs, on peut se contenter d'observer cette différence de pression; elle est proportionnelle à la différence de température des deux réservoirs.

» Pour que ces réservoirs soient dans les mêmes conditions par rapport aux corps environnants, ils sont l'un et l'autre enveloppés d'une couche de coton et d'un tube de carton, puis placés dans l'axe de deux bobines de bois identiques, sans qu'il y ait contact entre le bois et le carton. Le fil de cuivre qui reçoit le courant s'enroule sur l'une des séries de bobines et peut aimanter le noyau correspondant. Ces précautions sont nécessaires, pour que la chaleur voltaïque du fil ne soit pas transmise au noyau. Je me suis assuré que cette condition était satisfaite : le courant restant fermé pendant longtemps, le manomètre à eau n'indiquait qu'un changement insignifiant.

» Pour faire une expérience, on lance dans les bobines magnétisantes un courant discontinu; un compteur enregistre le nombre n des interruptions : on note à chaque minute la différence des niveaux dans le manomètre, et l'on continue à la noter, quand on supprime le courant, jusqu'à ce que les niveaux primitifs soient rétablis. Un tracé graphique de ces données permet de connaître d'une part l'effet total H produit pendant l'action du courant discontinu, d'autre part la correction h due à l'action refroidissante des corps environnants. En divisant $H + h$ par le nombre n des interruptions, on a l'effet de la disparition du magnétisme à chaque rupture du circuit voltaïque. Cette quantité sert de mesure relative pour la chaleur créée par le magnétisme.

» Voici un exemple de ce genre d'expérience.

» Le noyau est aimanté par quatre bobines, ayant 18 centimètres de diamètre extérieur, et 8 centimètres de hauteur; le noyau de fer dépasse de 5 centimètres les extrémités des bobines; le fil de cuivre a 2 millimètres de diamètre.

» La pile est de 8 éléments Bunsen rectangulaires, et l'intensité du cou-

rant continu est 0,0218; l'unité de courant étant celui qui dégage dans un voltamètre *un milligramme d'hydrogène par seconde.*

» On a inscrit à côté des valeurs de n la durée correspondante en minutes, et les valeurs H et h sont des millimètres d'eau.

Nombre des concamérations.	n	H	h	$\frac{H+h}{n}$ observé.	$\frac{H+h}{n}$ calculé.
4.......	3494 en 10^m	4,1	0	0,0011	0,0011
2.......	3100 en 10^m	13,5	1,3	0,0047	0,0044
1.......	2003 en 6^m	30,9	4,5	0,0177	0,0176

» La loi expérimentale que je viens d'exposer est conforme à la loi de l'*énergie magnétique* que j'ai communiquée à l'Académie le 18 novembre 1872. Désignons par m la quantité de magnétisme que prend le noyau, lorsque le courant traverse les quatre bobines dans le même sens, sans former de points conséquents; par l l'intervalle des deux pôles. J'ai montré que la quantité de chaleur créée par la disparition de ce magnétisme est mesurée par $m^2 l$.

» Supposons que le courant change une fois de sens, de façon qu'il y ait un *point conséquent* au milieu du noyau, celui-ci se comportera comme l'ensemble de deux noyaux indépendants dont chacun possède la quantité de magnétisme $\frac{m}{2}$, l'intervalle polaire $\frac{l}{2}$, et produit la quantité de chaleur $\frac{m^2}{4} \times \frac{l}{2}$. La chaleur totale est donc $\frac{m^2 l}{4}$; ce qui est la loi expérimentale. On démontre semblablement les autres cas.

» *L'appareil thermomagnétique différentiel* que je viens de décrire peut recevoir un perfectionnement qui met le noyau tout à fait à l'abri de la chaleur voltaïque de la bobine magnétisante. Il suffit d'entourer le cylindre de fer *compensateur* d'un fil semblable à celui de cette bobine, avec cette simple différence, que le courant traverse chaque couche de fil dans des sens alternativement contraires. De cette manière, le cylindre compensateur est soumis à la même influence perturbatrice que le cylindre aimanté; mais il ne s'y développe aucun magnétisme. Le manomètre indique seulement l'effet de la chaleur d'origine magnétique qui naît dans le noyau aimanté.

» C'est ainsi que j'ai construit un appareil très-précis, à l'aide duquel je puis évaluer en calories l'effet thermique observé. J'espère qu'il me permettra de déterminer l'*équivalent magnétique de la chaleur.* »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les trichloracétates et leurs dérivés.* Note de M. **A. Clermont.**

« *Trichloracétylurée.* — J'ai obtenu ce corps en faisant réagir l'acide phosphorique anhydre sur le trichloracétate d'urée, que j'ai précédemment décrit (1). Pour le préparer, on introduit dans une cornue bien sèche un mélange d'acide phosphorique anhydre et de trichloracétate d'urée desséché à une température de 40 degrés environ; en chauffant le mélange des deux corps, la réaction commence à s'établir vers 100 degrés, et vers 120 degrés il distille un mélange qui se solidifie bientôt en une masse formée d'une foule de petits cristaux enchevêtrés; on les fait dissoudre à chaud dans l'alcool à 90 degrés, qui les abandonne par refroidissement sous forme de lamelles micacées; ces cristaux, presque insolubles dans l'eau bouillante, le sont complétement dans l'eau froide. La trichloracétylurée chauffée rapidement dans un matras d'essayeur subit un commencement de décomposition, mais se sublime en majeure partie sur les parois froides du tube en lamelles très-légères et très-brillantes, rappelant la naphtaline.

» La trichloracétylurée peut aussi être obtenue en mélangeant à équivalents égaux le chlorure de trichloracétyle et l'urée préalablement desséchée; en chauffant légèrement le mélange des deux corps, la masse devient le siége d'une vive réaction accusée surtout par un abondant dégagement d'acide chlorhydrique, se ralentissant plus tard, et demandant ensuite pour être achevée l'application d'une douce chaleur. On lave à l'eau le corps blanc qui en résulte, on le dessèche à basse température, et on le dissout dans l'alcool à 90 degrés bouillant; la solution alcoolique laisse déposer les lamelles dont il vient d'être parlé plus haut; l'azotate mercurique et l'azotate d'argent ne précipitent pas la trichloracétylurée.

» Sa composition répond à la formule $C^6H^3Cl^3Az^2O^4$. »

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur quelques propriétés endosmotiques de la membrane de la coque des œufs d'Oiseaux.* Note de M. **U. Gayon**, présentée par M. Pasteur.

« En prenant quelques précautions simples, on peut arriver à détacher la membrane double qui enveloppe le contenu des œufs et à la séparer sur toute son étendue, sans produire la moindre déchirure.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 775.

» Une telle membrane, bien continue, jouit d'un pouvoir endosmotique considérable. Mais, ce qui est remarquable, c'est qu'elle ne permet la diffusion moléculaire que dans un sens. Tandis que l'endosmose est rapide et énergique de la surface extérieure à la surface intérieure, ce phénomène est presque nul de l'intérieur à l'extérieur.

» Le fait que je signale est facile à constater et devient très-frappant si l'on opère par comparaison.

» Je prends, par exemple, deux endosmomètres de Dutrochet parfaitement semblables; je ferme l'un d'eux avec une portion de membrane récemment détachée de la coque en mettant extérieurement la face externe; je ferme l'autre avec une autre portion de la même membrane, mais retournée de façon à mettre cette fois la face externe à l'intérieur. Je mets une même dissolution sucrée dans les deux tubes et je fais plonger ceux-ci au même instant dans de l'eau distillée : immédiatement le niveau du liquide s'élève dans le premier appareil ; au contraire, il reste à peu près stationnaire dans le second.

» Je citerai une expérience. Le réservoir de chaque endosmomètre avait 1 centimètre de diamètre et 5 centimètres de hauteur ; le tube 1 millimètre de diamètre. L'eau sucrée placée dans l'endosmomètre contenait 25 grammes de sucre candi pour 100 d'eau distillée. Dans ces conditions, le niveau du liquide dans le tube, après que l'appareil eut été plongé dans l'eau pure, s'est élevé :

De 10	centimètres	pendant	la	première	demi-heure,
10	»	»		deuxième	»
11	»	»		troisième	»

L'ascension est donc rapide et proportionnelle au temps.

» Avec l'appareil à membrane retournée, l'ascension dans le tube a été seulement de quelques millimètres.

» L'observation précédente peut être faite sous une autre forme avec les tubes dont s'est servi M. Dumas dans ses savantes *Recherches sur la fermentation alcoolique* (1). Ce sont deux tubes fermés à un bout, dont on rapproche fortement les extrémités ouvertes par un appareil à vis, après avoir interposé une membrane quelconque comme diaphragme. C'est avec ces tubes que j'ai observé, pour la première fois, le phénomène dont j'ai parlé plus haut. Lorsqu'on place d'un côté de l'eau distillée pure, en contact avec

---

(1) DUMAS, *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 280; 1872.

la surface externe de la membrane de la coque, et de l'autre de l'eau sucrée en contact avec la surface interne, l'endosmose est souvent si énergique que l'eau pure traversant le diaphragme va se mélanger tout entière avec l'eau sucrée. En retournant la membrane, l'endosmose est presque nulle.

» La membrane de la coque jouit d'une autre propriété endosmotique remarquable. En prenant pour diaphragme dans les appareils précédents une couche mince de collodion et plaçant dans l'un des tubes de l'eau sucrée pure, dans l'autre de l'eau sucrée en fermentation ou de l'eau de levûre, M. Dumas a montré, entre autres choses, que la membrane de collodion « arrête l'action de l'eau de levûre sur le sucre de canne et le pré» serve de l'interversion ».

» En substituant au collodion la membrane de la coque, dédoublée ou non, cuite ou alcoolisée, ou même durcie préalablement par un traitement à l'acide chlorhydrique, j'ai trouvé que, dans tous les cas, l'eau sucrée pure réduisait rapidement la liqueur cupropotassique de Fehling. Ainsi, la membrane de la coque se laisse facilement traverser par le ferment azoté soluble qui a la propriété d'intervertir le sucre de canne.

» Le parchemin agit comme la membrane de la coque.

» Le vessie, la baudruche, le papier-parchemin sont imperméables, comme le collodion.

» Je n'ai pas besoin d'insister sur l'importance physiologique des faits qui précèdent et que je me propose d'étudier dans toutes leurs conséquences. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur la matière colorante rouge du sang*. Note de M. **Béchamp**. (Extrait d'une Lettre à M. Dumas.)

« J'ai poursuivi mes recherches sur le sang et j'ai réussi à en isoler la matière colorante rouge, totalement privée des autres matières albuminoïdes et gardant sa solubilité.

» Le sang défibriné est étendu de la quantité d'eau strictement nécessaire pour amener la destruction et la dissolution des globules rouges. La liqueur est aussitôt additionnée d'extrait de Saturne, tant que celui-ci occasionne la formation d'un précipité. Ce précipité, qui est très-complexe, ne contient presque pas de matière albuminoïde. On l'éloigne par une filtration soignée; un lavage à l'eau le décolore presque complétement. La liqueur filtrée, sans y ajouter les dernières eaux de lavage, est additionnée à son tour

d'extrait de Saturne ammoniacal (un dixième d'ammoniaque caustique, ajouté à l'extrait de Saturne au moment de s'en servir), un nouveau et très-volumineux précipité apparaît ; on s'arrête au moment où le précipité cesse de se former. On laisse déposer la préparation, en l'abritant avec soin contre l'acide carbonique, ou bien on filtre en évitant l'accès de l'air, dont l'acide carbonique décompose aisément le second précipité plombique (1). Toute la matière colorante reste en dissolution, le précipité plombique se décolore par les lavages.

» La solution rouge, très-foncée, que l'on obtient est traitée par le carbonate d'ammoniaque, ou par un courant d'acide carbonique, pour éloigner l'excès d'oxyde de plomb. On s'assure aisément, par l'acide sulfurique étendu ou par l'hydrogène sulfuré, que tout le plomb a été enlevé.

» Cette solution se dessèche à l'étuve (35 à 40 degrés) en lames minces d'un beau rouge grenat, lesquelles se dissolvent avec une belle couleur rouge, dans l'eau additionnée de carbonate d'ammoniaque. La matière ainsi isolée, chauffée avec précaution, en présence d'un peu de chlorure de sodium et d'acide acétique, sur la lame porte-objet du microscope, donne les cristaux d'hémine ; mais cette matière n'est point pure, elle contient, à l'état d'acétates, les alcalis du sang et, probablement, l'urée. J'ai réussi à l'obtenir exempte d'alcalis par le tour de main que voici.

» La solution rouge, obtenue après la précipitation par l'extrait de Saturne ammoniacal, est mêlée avec la moitié de son volume d'alcool à 50 degrés C. et, ensuite, additionnée d'extrait de Saturne ammoniacal, tant qu'il se fait un précipité. La combinaison plombique insoluble, que l'on obtient ainsi, est rouge-brique cette fois; elle conserve cette couleur après les lavages à l'alcool marquant 40 degrés C. Les liqueurs filtrées sont à peine colorées. La filtration et le lavage doivent être faits à l'abri absolu de l'acide carbonique. Le précipité lavé, délayé dans de l'eau additionnée d'un peu de carbonate d'ammoniaque, est décomposé par l'acide carbonique. La nouvelle solution rouge se coagule par la chaleur, déjà à 61 degrés ; si on la dessèche et qu'on l'incinère, on trouve que les cendres ne sont point alcalines; il est aisé d'y constater la présence du fer.... »

---

(1) Ce précipité contient les matières albuminoïdes incolores du sang. J'ai déjà dit qu'il y existait au moins deux matières de cette nature distinctes.

MINÉRALOGIE. — *Sur l'emploi du bisulfate de potasse* $\left.\begin{matrix}KO\\HO\end{matrix}\right\} 2SO^3$, *pour la distinction des sulfures naturels* (suite) (1). Note de M. E. **Jannettaz**, présentée par M. Daubrée.

« J'ai repris, il y a peu de temps, l'étude comparative de l'action du bisulfate de potasse hydraté sur tous les sulfures naturels, dont j'ai pu me procurer des fragments à sacrifier. On peut l'employer de plusieurs façons :

» 1° A l'état de cristaux, qui renferment 1 équivalent d'eau basique, et que l'on a toujours un peu humides dans les collections de réactifs;

» 2° A l'état de matière fondue, qui retient l'eau basique, *lorsqu'elle n'a pas été trop chauffée;*

» 3° A l'état de dissolution.

» Sous ses deux premières formes, je m'en sers, comme je l'ai dit dans ma Note précédente, en le broyant avec la matière soumise à l'essai. L'action chimique, aidée de la désagrégation mécanique, détermine le dégagement d'une quantité plus ou moins grande d'hydrogène sulfuré, pendant tout le temps que l'on broie le mélange. Le mieux est d'employer le bisulfate en cristaux ; car l'humidité qu'ils retiennent favorisent la réaction, et l'on est certain qu'ils renferment intégralement leur équivalent d'eau basique.

» Voici les résultats différents que j'ai obtenus :

A. — 1° *Action du bisulfate de potasse à 1 équivalent d'eau, sur les monosulfures naturels, quand on les broie ensemble dans un mortier.*

Galène, PbS :	Action intense.
Alabandine, MnS :	» assez énergique.
Blende, ZnS :	» un peu plus faible.
Greenockite, CdS :	» sensible.
Millérite, NiS :	» faible dans la variété de Bohême; nulle dans celle des États-Unis.

Chalcosine, argyrose, cinabre; rien.

» La blende concrétionnée de Raibel (Carinthie) agit plus énergiquement que celle du Dauphiné; elle contient un peu de monosulfure de fer et de cadmium et en outre un peu de sulfure de plomb.

2° *Action du même sel sur les sulfures de formule* $M^nS^{(n+1)}$.

Pyrrhotine, Fe^7S^8 (Berzélius) : action faible, mais nette pour les variétés de Bodenmais (Bavière), du Piémont, du Chili.

Troïlite Fe^7S^8 (Stan. Meunier) : action identique à la précédente.

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 833.

» Dans tous les cas qui viennent d'être mentionnés, le papier d'acétate de plomb brunit plus ou moins rapidement, lorsqu'on l'expose au-dessus du mortier, immédiatement avec la galène et l'alabandine, assez vite avec la blende et la pyrrhotine.

» Je n'ai pu produire un dégagement sensible du gaz sulfhydrique avec aucun des autres sulfures que j'ai eus à ma disposition : pyrite de fer cubique, marcassite, chalcopyrite, smaltine, cobaltine, stibine, bismuthine, boulangérite, haidingérite, bournonite, jamesonite, zinkénite.

» La steinmannite donne, au contraire, un fort dégagement, comme la galène. Il en est de même de la kobellite de Hfvena, Suède.

» B. — *Action du bisulfate en dissolution.* — Il agit avec la plus grande intensité sur l'alabandine, et le gaz hydrogène sulfuré se dégage de la liqueur en donnant lieu à une vive effervescence. L'action est encore très-nette, bien que moins rapide pour la galène ; un peu moins facile pour la blende, qu'il faut porphyriser; complétement nulle pour tous les autres monosulfures naturels. Cette dissolution est, au contraire, active sur le monosulfure de fer obtenu chimiquement et fondu. On voit s'en dégager régulièrement et d'une manière continue des bulles très-pures d'hydrogène sulfuré. Lorsque l'on y jette de la pyrrhotine ou de la troïlite pulvérisée, il est impossible d'y manifester la présence de ce gaz, à moins que l'on ne fasse bouillir la dissolution.

» *Conclusions.* — 1° L'emploi du bisulfate de potasse $\left.\begin{matrix}KO\\HO\end{matrix}\right\} 2SO^3$ est précieux, lorsqu'il s'agit de reconnaître de la galène. On pourrait, il est vrai, confondre cette dernière substance avec certaines variétés de blende et avec la pyrite magnétique. C'est à peine si l'on doit s'occuper de l'alabandine, dont les plus riches collections possèdent si peu de représentants. L'intensité de la réaction de la galène n'est pas comparable à celle que présentent les autres substances, surtout lorsque l'on emploie le bisulfate en dissolution, puisque, dans cette circonstance, la réaction est tout à fait annulée pour la pyrite magnétique.

» Enfin les couleurs offertes par ces substances, qu'on les observe sur leurs cristaux ou sur leurs poussières, sont assez différentes pour que la confusion ne soit pas de longue durée.

» La réaction de la galène est tellement sensible, que l'on en reconnaît l'existence à l'état libre dans certains sulfures complexes, tels que la boulangérite d'Oberlahr (Prusse rhénane); et la preuve que la galène se trouve libre dans cette variété, c'est que la boulangérite de Wolfsberg,

Hartz et celle de Suède sont complétement inodores dans les mêmes conditions. Il est inutile de rappeler que la steinmannite montre la même réaction que la galène; car, aujourd'hui, tout le monde est d'accord pour la regarder comme une galène antimonifère. Dans la kobellite, dans les tellurures, qui renferment du plomb et du soufre, il y a évidemment du sulfure de plomb libre de toute combinaison.

» 2° La réaction de l'alabandine (MnS) la distingue très-heureusement de l'hauérite (MnS^2).

» 3° On peut aussi par ce moyen reconnaître la pyrrhotine ou pyrite magnétique au milieu de ses mélanges avec d'autres sulfures, et particulièrement avec les bisulfures de fer (pyrite cubique, marcassite).

» 4° Il est clair que la troïlite, qui se trouve, comme on le sait, dans les météorites, doit être rapportée, comme l'a démontré M. Stanislas Meunier, à l'espèce terrestre pyrrhotine, et non pas à un monosulfure de fer qui existe, à ce qu'il paraît, allié au monosulfure de nickel dans l'eisennickelkies, mais dont je n'ai pu encore étudier aucun échantillon. Il me semble difficile d'expliquer autrement l'identité d'action que présentent la pyrrhotine et la troïlite vis-à-vis du bisulfate de potasse hydraté en cristaux, ou en dissolution, en même temps que la grande différence dans la manière dont le monosulfure de fer et la troïlite ou la pyrrhotine se comportent à l'égard du réactif qui fait l'objet de cette Note.

» On pourrait objecter que certains composés échappent à certaines réactions que d'autres du même type chimique subissent au contraire à cause de leur agrégation différente; mais dans l'exemple le plus net que l'on puisse invoquer à l'appui de cette opinion, dans le cas des carbonates, il suffit d'attendre, pour voir que les mêmes lois chimiques régissent tous les carbonates naturels et qu'ils se dissolvent tous plus ou moins vite dans les acides.

» Ici rien de semblable n'a lieu; que l'on agite les liqueurs ou non, que l'on attende, si l'on veut, l'action du bisulfate en dissolution est nulle à froid sur la pyrrhotine et sur la troïlite, qui doivent être évidemment regardées comme une seule et même substance.

» On peut opposer, à la manière dont se conduisent ces deux matières, ce qui se passe lorsque l'on mêle ensemble une dissolution du bisulfate et l'un des monosulfures de plomb, de manganèse, de zinc, naturels ou chimiques, puisque l'action a toujours lieu, quelles que soient les conditions où l'on se place. »

ZOOLOGIE. — *Observation sur les spermatophores des Crustacés décapodes.* Note de M. **Brocchi**, présentée par M. Milne Edwards.

« En 1842, M. Milne Edwards publiait, dans les *Annales des Sciences naturelles* (1), un travail sur les singuliers corps désignés par Cuvier sous le nom de *Machines* ou *Animalcules de Needham,* et rencontrés chez les Céphalopodes. Il démontrait la véritable nature de ces corps, en faisant voir qu'il s'agit de réceptacles particuliers destinés à renfermer la liqueur séminale, et leur donnait le nom de *spermatophores.*

» Depuis, ces spermatophores ont été signalés chez divers Invertébrés.

» On les a rencontrés : 1° chez les Insectes : ainsi M. Lespès a décrit ce mode de fécondation chez le Grillon; 2° chez certains Vers, les Clepsines et les Nephelis, par exemple; 3° enfin chez quelques Crustacés inférieurs : c'est ainsi que MM. Jurine et Müller ont vu et figuré des spermatophores sur le Cyclops Castor. Toutefois, la véritable nature de ces corps ne fut déterminée que par M. de Siebold. Ces réceptacles ont été observés chez d'autres Crustacés inférieurs; mais, à ma connaissance du moins, ils n'ont jamais été signalés chez les Décapodes, c'est-à-dire chez les Crustacés supérieurs.

» Or, en étudiant l'anatomie de quelques Macroures, j'ai trouvé, à l'intérieur de la verge des mâles, des tubes bien distincts. L'existence de ces tubes semblait être en relation avec l'état d'activité fonctionnelle des organes génitaux mâles, et coïncider seulement avec l'époque de la fécondation.

» Je me crois aujourd'hui autorisé à considérer ces tubes comme étant de véritables spermatophores. En effet, en disséquant des Homards mâles, j'ai trouvé récemment, à l'intérieur de la verge de ces animaux, un tube parfaitement distinct et isolable des parois de l'organe. Ce tube était situé dans la portion subterminale de la verge; il était de couleur blanc jaunâtre. En le portant sous le microscope, j'y ai distingué nettement : 1° une enveloppe amorphe; 2° un contenu formé par des corpuscules spermatiques. Ces derniers étaient très-nets, parfaitement reconnaissables, et en tout conformes d'ailleurs aux figures données par M. Kolliker. Voilà donc, chez un Décapode, un tube renfermant des corpuscules spermatiques, c'est-à-dire un véritable spermatophore.

» Dans ses *Leçons sur l'Anatomie et la Physiologie comparée,* M. H.-Milne Edwards signalait l'existence d'un tube enroulé dans la verge de la Langouste : « Chez la Langouste, la portion subterminale du canal éjaculateur

(1) *Annales des Sciences naturelles*, 2e série, t. XVIII, p. 331.

» est fort dilatée et renferme dans son intérieur un tube très-contourné » sur lui-même (1) ». Toutefois le savant professeur ne se prononçait pas sur la nature de ce tube. J'ajouterai que M. Alph.-Milne Edwards n'avait pu y constater la présence de corpuscules spermatiques. Il me semble qu'il est bien probable que ce tube est de même nature que celui observé chez le Homard. Je dois faire observer aussi que M. H.-Milne Edwards avait, pour ainsi dire, pressenti l'existence des spermatophores chez les Crustacés supérieurs. En effet, voici comment il s'exprime dans l'Ouvrage que j'ai déjà cité (2) :

« En étudiant les Crustacés des côtes de Bretagne en 1827, j'ai trouvé un Tourteau femelle qui s'était accouplé depuis peu et qui portait, enfoncé dans chacune de ses poches copulatrices, un corps blanc, cylindrique et mou, qui m'a paru être la portion terminale de la verge membraneuse du mâle, séparée du reste des organes sexuels de celui-ci. Je regrette de n'avoir pas eu l'occasion de répéter cette observation, *depuis que mon attention a eté portée sur les spermatophores,* car il serait possible que l'espèce de bouchon en question, laissé dans les vulves, fût un corps de cette nature plutôt qu'un fragment de pénis. »

» En disséquant un *Maïa squinado* femelle, j'ai trouvé dans ses poches copulatrices des corps analogues à ceux signalés par M. Milne Edwards. L'examen histologique de ces corps m'a prouvé qu'on ne pouvait les considérer comme des débris de pénis. En effet, ils ne laissent apercevoir aucune trace de tissus organisés. Il serait donc possible qu'il fallût y voir les débris des spermatophores du mâle. Toutefois, comme je n'ai pas eu occasion jusqu'ici d'observer des spermatophores chez les Crustacés brachyures, je n'oserais me prononcer à cet égard. »

PHYSIOLOGIE BOTANIQUE. — *Différenciation des mouvements provoqués et spontanés. Étude sur l'action de quelques agents réputés anesthésiques sur l'irritabilité fonctionnelle des étamines de* Mahonia. Note de M. **E. Heckel**, présentée par M. P. Duchartre.

« M. P. Bert, en affirmant la nécessité de séparer les deux ordres de mouvement connus dans la Sensitive (2e Mémoire, p. 231, *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* de M. Ch. Robin), s'est élevé avec raison contre une objection présentée par les partisans de l'*unité de cause du mouvement végétal*, à savoir, que l'amplitude et l'énergie des mouvements, tant provoqués que spontanés, varient simultanément, si bien que dans la Sensitive les mouvements spontanés sont très-étendus quand la plante est très-sensible, et

(1) H.-M. Edwards, *Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparée*, t. IX, p. 255.
(2) *Loco citato*, t. IX, p. 258.

très-atténués, au contraire, quand la sensibilité décroît. On connaît les preuves expérimentales (*anesthésiques*, *éclairage continu*) fournies par M. Bert contre cette objection en ce qui concerne la Sensitive; le fait que j'ai à signaler vient s'ajouter à ces preuves pour confirmer la nécessité de la différenciation (1) des deux ordres de mouvements, et pour montrer que, s'ils sont indépendants quand ils se trouvent réunis sur une même plante (cas de la Sensitive), ils demeurent tels lorsqu'ils sont isolés dans des végétaux différents. Ces études sont complémentaires de l'action des anesthésiques. J'ai constaté que, chez les *Mahonia* comme chez les *Berberis*, on peut sectionner le filet (organe irritable) de différentes manières, dans le sens longitudinal et transversal, sans porter atteinte à la faculté motrice. J'ai pu, par exemple, diviser ce filet en deux moitiés égales, emportant chacune une loge de l'anthère, et j'ai vu chaque fragment se mouvoir sous l'influence d'une irritation quelconque, absolument comme si l'organe avait été intact. Cette faculté de résister à la mutilation subsiste dans le filet, même après que l'organe mâle a été séparé de la fleur, mais à la condition de maintenir les surfaces nouvelles en contact avec l'eau; l'évaporation rapide par les plans de section entraîne la disparition de toute irritabilité. J'ai pratiqué ces sections sur des étamines de *Rue* attenant à la fleur ainsi que sur des étamines séparées (en août 1873), et, malgré toutes les précautions dont j'ai pu m'entourer, le mouvement automatique a cessé constamment après la mutilation. Voilà donc une cause qui atteint l'irritabilité nutritive sans toucher à l'irritabilité fonctionnelle, ce qui me paraît justifier encore la séparation de ces deux sortes de mouvements.

» L'action des anesthésiques sur les *Mahonia* et les *Berberis* m'a donné quelques résultats intéressants que je crois devoir communiquer à l'Académie, parce qu'ils montrent les avantages qui peuvent résulter de l'emploi des plantes douées de mouvement, comme réactif physiologique. Je ne parlerai ici que du *protoxyde d'azote*, dont l'action sur les végétaux a été récemment étudiée avec soin par MM. Joly et Blanche (*Comptes rendus* du 7 juillet 1873) et du *chloral* dont le mode d'action est discuté; je réserve l'étude des autres substances (*sulfure de carbone*, *bichlorure de méthylène*, *oxyde de carbone*, *acide carbonique*, etc.) pour une Communication ultérieure.

» Le protoxyde d'azote a été employé pur : des rameaux floraux de *Mahonia* ont été plongés dans une atmosphère de ce gaz pendant un laps de

(1) J'ai déjà montré (*Comptes rendus*, octobre 1873) que l'action des anesthésiques plaide en faveur de cette distinction.

temps variable qui n'a pas dépassé vingt-quatre heures. Dans aucun cas l'action anesthésique n'a été remarquée. Ces résultats sont entièrement confirmatifs de ceux qui ont été fournis par les auteurs précités, lesquels n'ont pas reconnu à ce gaz d'action anesthésique manifeste sur les animaux ni sur les végétaux. De plus, l'apparence flétrie et souffreteuse des rameaux, après vingt-quatre heures de contact avec ce gaz, confirme encore l'opinion de ces auteurs relativement aux propriétés asphyxiantes du protoxyde d'azote. Des rameaux témoins provenant du même arbuste, ayant aussi leur pied dans l'eau, et placés au milieu de l'air atmosphérique, étaient turgides et pleins de vie.

» Le chloral hydraté a été expérimenté en inhalations et en solutions. Un fragment du poids de $2^{gr},50$ de ce corps volatil était placé sous une cloche de petite capacité, dans un verre de montre, en même temps qu'un rameau de fleurs de *Mahonia* immergé dans un verre d'eau. Dans une cloche de même capacité, un rameau de même force était placé au-dessus d'une capsule contenant le même poids de chloroforme. Avec le chloral, pas d'action au bout de quelques heures; avec le chloroforme, l'anesthésie est produite après quelques minutes. Une solution aqueuse de chloral au dixième est faite (4 grammes pour 40 d'eau), et de nouveaux rameaux floraux détachés du même *Mahonia* y sont plongés par leur pied; ces rameaux meurent en quelques heures, mais sans que l'anesthésie se soit produite. D'autres rameaux sont plongés dans la même quantité d'eau, additionnée de 3 grammes de chloroforme : ce liquide étant peu mixtible à l'eau, on remue fréquemment le mélange. Le sommeil des étamines est manifeste après quelques minutes. Le chloral demeure donc sans action sur le mouvement végétal : ce n'est pas un anesthésique (1). Restait à savoir si le chloral transformé par la présence d'un alcali manifesterait une action sensible. J'ai ajouté à la solution au $\frac{1}{10}$ environ $\frac{1}{20}$ de carbonate de soude, et le mouvement staminal a été suspendu comme dans le verre où le chloroforme avait été mêlé à l'eau; même observation a été faite dans la capsule où le chloral employé en inhalations avait été mêlé à du bicarbonate de soude.

» Ces faits, outre l'intérêt qu'ils peuvent présenter au point de vue de la physiologie du mouvement provoqué, me semblent venir à l'appui de l'opinion qui veut que le chloral n'agisse comme hypnotique qu'après sa transformation en chloroforme sous l'influence des alcalis renfermés dans les organismes animaux. »

(1) Je dois dire ici, par anticipation, que tous les autres anesthésiques connus et employés par les physiologistes sur l'homme et sur les animaux ont agi sur le mouvement spontané des étamines irritables.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Étude expérimentale sur l'ammoniémie.* Note de MM. V. FELTZ et E. RITTER, présentée par M. Ch. Robin.

« Les auteurs établissent les faits suivants basés sur des expériences et sur des observations cliniques et chimiques :

» 1° Les urines, en dehors des affections de l'appareil génito-urinaire, ne sont ammoniacales que très-rarement. On peut accuser, dans l'immense majorité des cas d'alcalescence, le défaut de propreté des vases ou le mélange des urines avec des substances albuminoïdes plus ou moins altérées.

» 2° Les urines mises en contact avec du ferment ammoniacal, dont l'activité est démontrée par son action sur une solution d'urée pure, ne subissent pas la fermentation ammoniacale avec une égale rapidité, ce qui paraît tenir à des différences de composition.

» 3° Les urines d'animaux bien portants et exempts de toute lésion vésicale ou rénale ne sont pas devenues ammoniacales par leur séjour prolongé dans la vessie, obtenu à l'aide de différentes conditions mécaniques.

» 4° Des sondes imprégnées de ferment n'ont pas suffi pour rendre ammoniacales les urines d'animaux bien portants.

» 5° Les urines ne sont devenues ammoniacales d'une manière tout à fait temporaire que quand on laissait à demeure la sonde imprégnée de ferment.

» 6° Le même effet s'est produit en introduisant dans la vessie une solution de ferment que l'on y retenait environ douze heures par des procédés mécaniques.

» 7° Les accidents urémiques ne peuvent être rapportés ni à la rétention de l'urée, ni au carbonate d'ammonium qui proviendrait de la décomposition de l'urée; car la première de ces substances est inoffensive, et la seconde ne produit d'accidents convulsifs qu'à des doses tellement concentrées qu'il est difficile d'admettre qu'elles puissent se produire dans le sang.

» 8° La décomposition de l'urée en carbonate d'ammonium ne se fait que sous l'influence d'un ferment ou d'agents chimiques dont nous n'avons pas à tenir compte ici. Cette décomposition ne paraît pas s'effectuer dans le sang, car des injections d'urée et de ferment n'ont pas provoqué d'accidents urémiques.

» 9° Ce n'est qu'en forçant la proportion de ferment que nous avons vu se produire des accidents que l'on ne peut rapporter qu'à la septicémie.

» 10° Les sels ammoniacaux suivants : chlorure, sulfate, phosphate, tartrate, benzoate et hippurate, injectés en solutions suffisamment concen-

trées dans le sang, déterminent, au point de vue physiologique, des accidents semblables à ceux du carbonate d'ammonium. Ces sels sont éliminés rapidement par les urines et par la bave; le tartrate et le benzoate ne subissent pas leur transformation habituelle. Les urines ne deviennent jamais ammoniacales; l'haleine est exempte d'ammoniaque.

» 11° Ces sels, en solution assez étendue pour ne pas dissoudre le globule sanguin, modifient néanmoins les propriétés de ce dernier. Ce fait est démontré par l'examen au microscope et par l'analyse des gaz retirés du sang; la capacité d'absorption du globule sanguin pour l'oxygène est notablement diminuée; la résistance du globule sanguin à l'eau et à l'acide acétique est au contraire augmentée.

» 12° Ne pourrait-on pas attribuer une partie des accidents urémiques à la simple rétention dans l'économie, des sels ammoniacaux normalement éliminés par l'urine sans invoquer la transformation préalable de l'urée en carbonate d'ammonium? »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission nommée pour présenter une liste de candidats à la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *A. Passy*, présente, par l'organe de M. **Bertrand**, la liste suivante :

En première ligne. . . . . . M. **Bréguet**.
En deuxième ligne . . . . . M. **Jacqmin**.
En troisième ligne. . . . . . . M. **du Moncel**.
En quatrième ligne . . . . . M. **Sédillot**.

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures et demie. D.

ERRATA.

(Séance du 2 mars 1874.)

Page 649, ligne 32, *au lieu de* trop de chloroforme, *lisez* trace de chloroforme.

(Séance du 16 mars 1874.)

Page 709, ligne 8 en remontant, *au lieu de* courbe, *lisez* cercle.